

Akrediterade laboratorier



Kartläggning av befintlig provningsverksamhet för cement och betong i Sverige och bedömning av provningsbehov vid introduktion av nya cement

Katarina Malaga, Elisabeth Helsing, Peter Utgenannt

# Kartläggning av befintlig provningsverksamhet för cement och betong i Sverige och bedömning av provningsbehov vid introduktion av nya cement

Katarina Malaga, Elisabeth Helsing, Peter Utgenannt

**Illustrationer: Ida Gabrielsson, RISE**

Karta på framsidan: Ackrediterade laboratorier för provning av cement och betong i Sverige och Norden.

**RISE Rapport 2022:12**

**ISBN 978-91-89561-27-4**

# Sammanfattning

Rapporten presenterar resultat från projektet 'Kartläggning av befintlig provnings-verksamhet för cement och betong i Sverige och bedömning av provningsbehov vid introduktion av nya cement'. Mot bakgrund av en minskad eller stoppad produktion av cement vid Cementas fabrik i Slite gav Regeringen Verket för innovationssystem (VINNOVA) den 3 november 2021 i uppdrag att kartlägga befintlig provningsverksamhet för cement och betong (N2021/02773) som finns tillgänglig för svenska aktörer och att föreslå åtgärder som kan skapa förutsättningar för en samordning vid en kraftigt ökad efterfrågan på denna verksamhet. Denna rapport behandlar hur provningsbehovet kan komma att utvecklas vid stopp i den svenska cementproduktionen i Slite vilket resulterar i ett behov av introduktion av stora volymer av ett eller flera nya cement under kort tid. Denna händelse benämns i rapporten förenklat som "cementkris". Rapporten pekar på några förutsättningar som bör gälla för att ett cementbyte skall kunna genomföras rimligt kontrollerat. I rapporten görs det inte någon bedömning av hur byggbranschen eller samhället i stort skulle påverkas av en cementkris. Det görs inte heller någon analys av vem som tillser att produktions-bortfallet från Slite ersätts med annat cement eller varifrån detta cement kan komma. För en bedömning av provningsbehovet av betong har detta inte någon avgörande betydelse. Ett nytt cement från Kina kräver för betongtillverkaren lika mycket provning som ett nytt cement från närområdet i Europa eller för den delen Sverige. Förutsatt att cementet i sig är CE-märkt och uppfyller svenska krav.

## Den huvudsakliga slutsatsen är att:

Under förutsättning att inte avkall får göras på de krav som ställs på cement och betong i Sverige idag krävs det att nu använda och nya cement finns tillgängliga parallellt under en övergångsperiod på minst två och ett halvt år. Detta gäller främst betong till anläggningskonstruktioner och infrastrukturprojekt där kraven på kvalitetssäkring via provning på ackrediterade laboratorier är hög. På grund av ökat provningsbehov går det inte att genomföra ett omfattande byte av cement på ett stort antal betongfabriker under kort tid utan betydande störningar och stopp i betongleveranser till svenska byggarbetsplatser, om inte nu använda och nya cement finns tillgängliga parallellt. Inom husbyggnadsområdet är behoven av provning på ackrediterade laboratorier lägre. Hur snabbt och smidigt ett byte av cement kan göras för husbyggnadsbetong avgörs i stället av möjligheterna att utföra nödvändiga interna provningar och intrimningar på fabrikerna.

Om nu använda och nya cement till anläggningsbyggandet finns tillgängliga parallellt under minst två och ett halvt år är bedömningen att nödvändig ökning av provningskapacitet hinner byggas upp samtidigt som ett byte från nu använda till nya cement kan göras på ett rimligt kontrollerat sätt med avseende på behovet av extern provning. Detta förutsätter emellertid att samtliga nya cement är CE-märkta och uppfyller svenska krav samt en samordning av provningskapaciteten inom vissa kritiska provningsområden. För att öka provningskapaciteten på nationell nivå inom kritiska provningsområden krävs en noggrann planering av hur en sådan utökning skall genomföras (lokaler, utrustning, kompetens, vem som skall vara huvudman) och vem som skall bekosta en sådan ökning av provningskapaciteten.

Kartläggningen visar att:

- Betong produceras över hela Sverige i 341 betongfabriker av olika storlekar och mängden cement som används uppgår till ca 2.8 miljoner ton per år där cementproduktionen i Slitefabriken står för ca 75 % av den totala cementförbrukningen i Sverige. Betongproduktionen kan förenklat delas in i betong till husbyggande respektive anläggningsbyggande. För betong till anläggningsbyggande ställs höga krav på bland annat beständighet i olika miljöer vilket innebär ett stort behov av provning på externa ackrediterade laboratorier jämfört med betong till husbyggande.
- Kartläggningen indikerar att det finns stora osäkerheter i vad en cementkris skulle innebära. Framför allt gällande med vilken framförhållning ett eller flera nya cement kommer att introduceras på svenska marknaden. Med framförhållning menas här under hur lång tid nya och gamla cement kommer att finnas tillgängliga parallellt. Denna tid är helt avgörande för dimensioneringen av provningskapaciteten. Ju längre framförhållning desto bättre.
- Det finns ett generellt, underliggande, ökat behov av provningsresurser som en följd av implementering av den nya utgåvan av den svenska anpassningsstandarden (SS 137003) till den europeiska betongstandarden (SS-EN 206). Denna ökning är fristående från en cementkris. Men hur provningsbehovet kan tänkas utvecklas vid en cementkris påverkas av den underliggande utvecklingen. Ju längre implementeringen hunnit innan en cementkris inträffar desto mer omfattande blir behovet av provning vid introduktion av nya cement.
- Behovet av ackrediterad provning av betong till anläggningsprojekt kommer att öka markant inom vissa kritiska provningsområden som ett resultat av en situation där cement från Cements produktions i Slite helt eller till stora delar skall ersättas med andra cement. Provningskapacitet för att möta denna efterfrågan finns inte i Sverige eller i Norden idag.
- Provning av betongs salt-frostbeständighet och bestämning av materialparametrar för att kunna beräkna risken för temperatursprikor har identifierats som de mest kritiska provningarna för snabb implementering av nya cement och betong på marknaden.
- Inom husbyggnadsområdet finns det applikationer som också kräver ackrediterad frostprovning men den totala omfattningen bedöms som begränsad. För husbyggande i stort kommer byte av cement inte att leda till någon stor ökning av betongprovning på ackrediterade laboratorier. Däremot innebär varje byte av cement ett stort internt provnings- och intrimningsarbete för respektive betongtillverkare och de nya cementens uttorkningsegenskaper kan behöva dokumenteras.
- Introduktion av nya cement, med förutsättning att nu befintliga cement finns kvar under en övergångstid, leder till en ökning av provningsbehovet för betong till anläggningsbyggandet (salt-frostbeständighet) med drygt 50 % under det första året. Vid samtidig introduktion av en miljöbetong ökar provningsbehovet med drygt 100 % för betong till anläggningsprojekt.

- Om de nu befintliga cementen inte finns kvar under en övergångstid vid byte av cement, krävs ca 3 gånger så stor provningskapacitet (salt-frostbeständighet) under en avgränsad tid för att begränsa störningar i betongleveranser till byggprojekt, framförallt inom anläggningsbyggandet.
- Vid ett scenario där de nu befintliga cementen inte finns tillgängliga vid introduktion av nya cement finns det en risk att det uppstår ett avbrott i leveranser av betong till anläggningsprojekt. Det tar minst 3 månader (plus tid för intrimning hos betongtillverkare) innan den första godkända betongen med nytt cement kan levereras. Detta förutsätter att cementet är CE-märkt och uppfyller svenska tilläggskrav. Stora störningar i betongleveranser till anläggningsprojekt kan uppstå under minst ett år eller längre. Om fler påföljande cementbyten görs uppstår ytterligare fördröjningar.
- Beläggningsgraden för de laboratorier som utför salt-frostprovning är mycket hög redan idag såväl i Sverige som i laboratorierna hos våra nordiska grannländer (i Sverige finns 106 frostprovningsskåp).
- Det finns möjligheter att öka frostprovningskapaciteten med ca 20 % hos de ackrediterade laboratorierna genom att införskaffa frostprovningsskåp. För att öka provningskapaciteten ytterligare krävs en noggrann planering av hur en sådan utökning skall genomföras (lokaler, utrustning, kompetens, vem som skall vara huvudman) och vem som skall bekosta en sådan investering. När väl planeringen är genomförd och beslut om investering finns på plats krävs minst ett år för att uppnå den fulla provningskapaciteten.
- Under förutsättning att nu använda och nya cement finns tillgängliga parallellt samt att nödvändig anpassning av provningskapaciteten inom kritiska provningsområden möjliggörs under minst ett års tid krävs ytterligare minst ett och ett halvt år för att genomföra de nödvändiga provningarna vid byte av cement för alla förprovade betongsammansättningar till anläggningsbyggandet (till exempel behöver provningskapaciteten för provning av salt-frostbeständighet fördubblas). Detta förutsätter dock en god samordning mellan provningsbehov och provningskapacitet.
- Under förutsättning att de cement som introduceras på den svenska marknaden är CE-märkta och uppfyller samtliga svenska tilläggskrav kommer inte behovet av cementprovning att öka mer än för den anpassning som behöver göras vid tillämpning av EPCC-konceptet och för utökad k-faktor för slagg och flygaska. I det fall nya cement som introduceras på svenska marknaden *inte* är CE-märkta och *inte* uppfyller svenska tilläggskrav kan behovet av cement/bindemedelprovning bli omfattande. I detta fall behöver provningsresurserna som finns i Sverige samordnas (Cementa Research, RISE och C-lab).
- Det finns sju ackrediterade laboratorier på tio platser för provning av cement och betong i Sverige. Två av dessa drivs av statsägda bolag (RISE och Vattenfall) och fem av industridrivna cement/betongproducenter (Betongindustri, Cementa, C-lab, Peab, Sydsten). Provningskapaciteten är dimensionerad efter marknadens normala efterfrågan och det finns inte någon samordning av provningsresurser på nationell nivå.

- Alla ackrediterade betonglaboratorier kan prova tryckhållfasthet och saltfrostbeständighet. RISE och Vattenfall har en bredare ackreditering för flera andra identifierade provningsmetoder.
- Endast ett tekniskt universitet i Sverige och två institut i Norden utför bestämning av materialparametrar för temperatursprickberäkningar. Detta görs utan ackreditering för de aktuella provmetoderna.
- Det finns ett antal andra provningsmetoder som kan hindra en snabb implementering av nya cement. Detta är främst metoder kopplade till krav i enskilda projekt, oftast anläggningsprojekt, t.ex. brandspjälkning, beständighetsprovningar så som kloridmigration och karbonatisering, diverse sprutbetongprovningar etc. Vissa metoder utförs enbart av ett eller ett fåtal ackrediterade laboratorier vilket kan medföra långa väntetider.
- Efterfrågan på byggprodukter med lägre koldioxidavtryck ökar och kommer att leda till en implementering av miljöbetong (mer än 20 % av portlandcementklinkern i cementet är ersatt med alternativa bindemedel så som masugnsslagg eller flygaska). Provingen av miljöbetong till anläggningsprojekt är mer omfattande jämfört med mer välbeprövad konventionell betong. Beroende på takten med vilken miljöbetong implementeras och när en eventuell cementkris inträffar kan provningsbehovet bli mycket stort, under perioder mer än 3 gånger så stort som idag.
- Gällande det ökade behovet av provningsresurser för bestämning av materialparametrar för temperaturspricksberäkningar krävs ett övergripande översyn av området där kravställare, byggentreprenörer, konstruktörer, betongtillverkare, forskare och provningsexperter gemensamt tar fram en utvecklingsplan. Ett mål bör vara att ta fram provningsmetoder som kan ackrediteras och utföras av flera laboratorier. Inom detta område är samverkan mellan olika aktörer i branschen avgörande för att kunna hantera de behov som uppstår vid en eventuell cementkris.
- Den svenska betongbranschen utgörs av ett drygt tiotal stora företag med ett flertal produktionsanläggningar samt ett stort antal mindre företag med en eller ett fåtal produktionsanläggningar. De stora företagen har generellt egen expertis, hög kompetens och i vissa fall tillgång till ackrediterade laboratorier inom respektive företag. De mindre företagen saknar i många fall dessa resurser och är i högre grad än de stora företagen beroende av hjälp från cementleverantörer och andra delmaterialleverantörer, t.ex. tillsatsmedelstillverkare, med provningar och intrimningsarbete vid t.ex. cementbyte. Det är viktigt att se till att de mindre betongföretagen får den hjälp de behöver med provning och intrimning av sin produktion i händelse av en cementkris. Om inte cementleverantören och/eller tillsatsmedelstillverkaren kan tillgodose behovet av hjälp bör åtgärder vidtas för att på annat sätt bistå de mindre betongtillverkarna.
- En kontinuerlig tillgång på samma cement över tid är avgörande, speciellt inom anläggningsbyggandet. Samma cement måste finnas tillgängliga i önskad mängd, vid

önskad tid och under lång tid (flera år). Vid varje ny introduktion av cement börjar processen om och provningar måste göras på nytt.

- Det kan bli nödvändigt att samordna existerande provningsresurser på nationell nivå och att utöka kapaciteten för att säkerställa att nödvändig provning kan genomföras snabbt, effektivt och ändamålsenligt. En 'marknadsplats' för informationsutbyte och bokning av lediga provningsplatser på ackrediterade laboratorier skulle underlätta samordningen.
- För att kunna utföra tillförlitliga scenarioanalyser behövs det mer systematik inom insamling av data i form av årlig statistik över materialflöden (cement, betong, andra delmaterial). Detta behöver prioriteras inför eventuella förändringar av marknadsläge vid introduktion av nya byggmaterial som ska testas och utvärderas.
- Provningsverksamheten i Sverige styrs av marknadsbehov utan nationell samordning. Det behövs en inventering av forsknings- och provningsresurser för att säkra det långsiktiga behovet av betongmaterial med lågt koldioxidavtryck, och för att underlätta återvinning och återanvändning.

## INNEHÅLL

---

Sammanfattning	2
1 Inledning	9
1.1 Bakgrund och syfte	9
1.2 Metodik	10
1.3 Definitioner av begrepp använda i rapporten	11
2 Allmänt om cement- och betongproduktion i Sverige, Europa och i övriga världen	12
2.1 Allmänt om cement	12
2.2 Allmänt om betong	14
3 Krav på provning av cement och betong	15
3.1 Myndighetsregler, Boverkets och Transportstyrelsens krav och råd	15
3.2 Provning av cement	16
3.2.1 Enligt den harmoniserade europeiska standarden för ordinära cement, SS-EN 197-1	16
3.2.2 Krav på sulfatresistens och låg alkalihalt enligt SS 134204 och skadliga alkalisilikareaktioner	17
3.2.3 Beställarkrav eller projektspecifika krav (AMA, Trafikverkets kravdokument)	17
3.3 Provning av betong	18
3.3.1 Tillämpning av den europeiska standarden för betong SS-EN 206	18
3.3.2 Tillämpning av den svenska tillämpningsstandard till SS-EN 206; SS 137003	18
3.3.3 Beställarkrav och projektspecifika krav (AMA, Trafikverkets kravdokument)	20
3.3.4 Utförandestandarden SS-EN 13670 och tillämpningsstandard SS 137006	21
3.3.5 Provning av betong i förtillverkade betongelement	21
3.3.6 Provning av betongvaror	22
3.3.7 Provning av sprutbetong SS-EN 14487-1	22
3.3.8 Byggbranschens omställning mot klimatförbättrad betong och dess påverkan på provningsbehovet	22
3.3.9 Inverkan av pågående utveckling av standarder - införande av "Resistance Classes" på framtida provningsbehov	24
3.4 Sammanfattning av krav för provning av cement och betong	25
4 Kartläggning av befintlig provningsverksamhet - kapacitet och nuvarande nyttjandegrad	28
4.1 Ackrediterade laboratorier för provning av cement och betong	28
4.2 Provning i betongproducenternas laboratorier	30
4.3 Icke ackrediterade laboratorier: högskolor och universitet	31
5 Förenklad känslighetsanalys för provningsmetoder vid introduktion av nya cement	31



6	Uppskattning av det utökade behovet av provning av cement och betong vid cementbyte	38
6.1	Informationsinsamling från intervjuer	38
6.2	Scenarier för förändring av provningsbehov vid introduktion av miljöbetong samt övergång till nya cement	42
6.3	Känslighetsanalys för inverkan av variationer i gjorda antaganden	49
7	Samordningsstruktur och preliminär organisation för provning av cement och betong i Sverige	52
8	Slutsatser	53
9	Källförteckning för standardmetoder och kravdokument	58

# 1 INLEDNING

---

Den 6 juli 2021 fick Cementa AB i Slite, som tillhör Heidelbergkoncernen, avslag på sin ansökan till fortsatt brytningstillstånd av kalksten som används som råvara till cementproduktion. Det beslutet satte materialet cement i fokus för en nationell diskussion om vilken betydelse cement och betong har för samhällsutvecklingen och vilka samhällskonsekvenser ett stopp av den inhemska cementproduktionen skulle innebära.

I Sverige finns det två cementfabriker: en mindre i Skövde med en produktionsvolym på ca 0.3 miljoner ton per år och en i Slite på Gotland som förser Sverige med ca 2.3 miljoner ton cement per år. Ett stopp i produktionen av cement i Slite betyder att det blir en brist på drygt 2 miljoner ton cement som behövs för olika byggnads- och infrastruktursatsningar. Denna brist behöver kompenseras med annat råmaterial från Sverige eller från andra länder eller genom import av cement. Byte av cementleverantör betyder att betongtillverkare måste justera sina betongrecept och genomföra provningar för att kontrollera att dessa uppfyller de krav som ställs. Denna rapport presenterar en analys av det utökade provningsbehovet som ett byte av cement innebär samt en kartläggning av befintlig provningskapacitet i Sverige och i närområdet och möjligheten att utöka denna kapacitet. I rapporten behandlas också utvecklingen av det underliggande provningsbehovet, alltså oavsett förändringar i tillgången på inhemskt producerat cement. Den snabba utvecklingen mot klimatförbättrad betong innebär nämligen en för vissa provningsmetoder betydligt ökad provningsomfattning som också bör beaktas.

## 1.1 BAKGRUND OCH SYFTE

Mot bakgrund av ett förmodat ökat behov av provning av ett stort antal produkter vid ett eventuellt produktionsstopp vid Cementas fabrik i Slite gav Regeringen Verket för innovationssystem (VINNOVA) den 3 november 2021 i uppdrag att kartlägga befintlig provningsverksamhet för cement och betong (N2021/02773) som finns tillgänglig för svenska aktörer och att föreslå åtgärder som kan skapa förutsättningar för en samordning vid en kraftigt ökad efterfrågan på denna verksamhet. Det kan bli nödvändigt att samordna existerande resurser och att utöka kapaciteten för att säkerställa att nödvändig provning kan genomföras snabbt, effektivt och ändamålsenligt.

Målet med rapporten är att redovisa följande:

- En kort beskrivning av cementproduktionen och cementproducenter i Europa och i övriga världen samt betongproducenter i Sverige.
- En kort beskrivning av gällande krav på provning av cement, betong och betongprodukter.
- En kartläggning av befintlig provningsverksamhet i Sverige och i närområdet, inklusive dess kapacitet och nuvarande nyttjandegrad.

- En uppskattning av det hur behovet av provningsverksamhet kommer att påverkas i det fall ett stort antal produkter behöver utvärderas inom en begränsad tidsrymd.
- En scenarioanalys för vad ett stopp av cementproduktionen på Cementa i Slite från och med 2022 - 2023 och en övergång till nya cementprodukter kommer att innebära, samt förslag på åtgärder för att möta ett ökat behov av provningsverksamhet, inklusive förslag på samordning av provningsverksamheten i Sverige.

## 1.2 METODIK

Uppdraget har genomförts genom intervjuer med ett stort antal relevanta aktörer inom bygg- och betongbranschen, inklusive samtliga ackrediterade laboratorier. Uppdraget har också innefattat sammanställning av krav på provning av cement och betong i standarder och regelverk, kartläggning av befintliga provningsresurser i Sverige och i Norden, genomgång av väsentliga provningsmetoder samt scenarioanalys.

RISE ansvarade för identifiering av representativa företag och personer som kontaktas under december 2021 och januari 2022 för intervjuer eller enkäter samt för insamling av övrig information och rapportering.

Resultatet av projektet har varit avhängigt av i vilken mån relevanta intressenter kunde nås under den begränsade tiden och hur fullständig den information var som kunde inhämtas på detta sätt. Så bra indata som möjligt är nödvändigt för att kunna dra slutsatser och för att kunna göra prognoser för ökningen av provning som beror på byte av välbeprövade inhemska cement till ett eller flera nya cement.

Projektet har bedrivits i dialog med för uppdraget relevanta aktörer:

- Styrgrupp – projektet genomfördes av RISE i nära samarbete med VINNOVA som i detta projekt agerade som en oberoende aktör och styrgrupp.
- Referensgrupp - bestod av:
  - representanter för flera myndigheter som har fått uppdraget att kartlägga olika aspekter av en situation med eventuellt betydande ökning av importen av cement till Sverige (N2021/02658 Uppdrag om fördjupad kartläggning och analys av efterfrågan på cement i olika sektorer, tillgången till kalksten, klinker och cement samt förutsättningarna för import); Tillväxtanalys, SGU, Boverket, Cementa, Fortifikationsverket, Statens Energimyndighet. RISE deltar genom Katarina Malaga i referensgruppen till N2021/02658 regeringsuppdraget som leds av Tillväxtanalys.
  - Producenter av cement, betong, betongprodukter, tillsatsmedel, branschföreningen Svensk Betong, byggtreprenörer.

Referensgruppen och andra intressenter deltog i en workshop den 21 januari 2022 med syfte att diskutera kartläggning och analys.

### 1.3 DEFINITIONER AV BEGREPP ANVÄNDA I RAPPORTEN

För att underlätta läsningen av denna rapport har några förenklade begrepp införts vars betydelser definieras nedan:

Alternativa bindemedel - används som ett samlingsbegrepp för det som i betongstandarder kallas tillsatsmaterial typ II och inom cementstandardiseringen betecknas som andra huvudbeståndsdelar än portlandcementklinker (se 3.1). I allmänt tal kallas de ofta enbart tillsatsmaterial. Det är mineraliska finkorniga material som i kombination med portlandcement och vatten och bildar föreningar snarlika de som bildas när portlandcement reagerar. Enligt betongstandarden är flygaska från kolkraftverk, mald granulerad masugnsslagg från ståltillverkning och silikastoft från kiseltillverkning allmänt accepterade som tillsatsmaterial typ II, om de uppfyller de produktstandarder som utarbetats för dessa material vid användning i betong. Som huvudbeståndsdelar i cement accepteras förutom dessa tre även naturliga och kalcinerade puzzolaner, kalciumrik flygaska, bränd skiffer och kalkstenspulver. Dessa alternativa bindemedel är ofta biprodukter från annan industriell tillverkning eller är material som inte kräver bränning vid högre temperaturer, ger lägre koldioxidavtryck än vad ren portlandcement-betong ger och därmed minskat utsläpp av koldioxid. Tillsatsmaterial typ I enligt betongstandarden är inerta mineraliska material som inte bidrar nämnvärt till betongens hållfasthet och ses därför inte som alternativa bindemedel.

Cementkris – används i denna rapport som ett samlingsbegrepp för en betydande förändring av tillgången på befintliga välbeprövade cementtyper som finns på marknaden i Sverige idag. Med välbeprövade cement menas allt cement som idag används i Sverige, såväl cement producerad i Sverige som importerad. Tillgången kan t.ex. förändras genom plötsligt och långvarigt stopp i den svenska cementproduktionen. Innebörden av detta är att bortfallet av cement måste ersättas med ökad import, genom befintliga och/eller nya leverantörer. Oavsett kommer många betongfabriker samtidigt att behöva byta cementsort och därmed uppstår ett behov av intrimning av produktionen och provning. Cementkrisens allvarlighetsgrad avgörs huvudsakligen av tillgången på det/de nya cementsorter som behövs i Sverige, både i mängd och över tid. Hur logistiklösningen ser ut och hur lång tid som finns för att genomföra provningar, intrimning av betongproduktion mm är också av stor betydelse. Innebörden av en cementkris kan alltså variera – allt från stopp i stora delar av byggbranschen till mer hanterbara störningar om förutsättningarna är optimala.

Miljöbetong – används här som ett samlingsbegrepp för betongsammansättningar innehållande mer än 20 % alternativa bindemedel så som masugnsslagg och flygaska. I Betongbranschen används flera andra begrepp och varumärken för att beskriva samma typ av betong med lägre koldioxidavtryck. Klimatförbättrad betong är ett exempel på ett sådant begrepp som ofta används. Klimatförbättrad betong avser emellertid även betong med lägre inblandning än 20 % alternativa bindemedel och av denna anledning finns det behov av att införa begreppet miljöbetong i denna rapport. Miljöbetong i enlighet med den nya utgåvan av SS 137003:2021 kräver såväl mer omfattande förprovning som fortlöpande provning av saltfrostbeständighet vilket innebär att behovet av provningskapacitet ökar vid implementering av denna typ av betong.

## 2 ALLMÄNT OM CEMENT- OCH BETONGPRODUKTION I SVERIGE, EUROPA OCH I ÖVRIGA VÄRLDEN

---

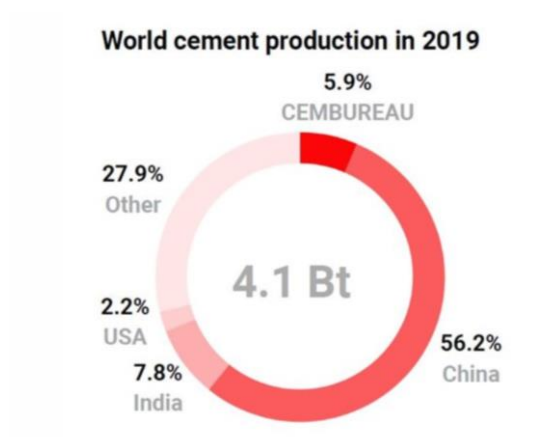
### 2.1 ALLMÄNT OM CEMENT

En nödvändig ingrediens i ett cement för byggnadsändamål är portlandcement, som introducerades under 1800-talet. Cement är ett generellt namn som används för både rent portlandcement och blandcement, det vill säga blandningar av portlandcement och andra alternativa bindemedel. Portlandcementklinker är en produkt som kommer från upp-hettning av kalksten med lera eller märgel (en kalk-lermineralblandning) i en väl bestämd viktproportion till ca 1450 °C. Det är i denna process som koldioxid avges. Den färdiga kalcinerade produkten kallas för klinker. Klinkern mals tillsammans med små mängder gips som resulterar i ett portlandcement. Portlandcement är ett finmalet, icke-metalliskt, oorganiskt bindemedel i pulverform som vid kontakt med vatten bildar en cementpasta som härdar till ett fast material, även under vatten. Härdningen beror främst på att det bildas kalciumsilikathydrater som ett resultat av en kemisk reaktion mellan vattenmolekyler och cementens beståndsdelar.

Cementliknande material användes redan inom Romarriket och det finns flera bevarade exempel på s.k. 'opus caementicium' som t.ex. Pantheon i Rom som uppfördes för 2000 år sedan.

Portlandcement, som är det mest använda cementet i världen patenterades redan 1824, är ett kemiskt komplext material. Utveckling av cementmaterialet har pågått sedan mitten på 1800-talet och det har anpassats till olika applikationer och klimatförutsättningar. Varje förändring av sammansättning av råmaterialen - kalksten, lera, märgel - resulterar i olika egenskaper som måste provas och utvärderas. Portlandcement är en produkt baserad på lokalt tillgängliga råmaterial. Därför skiljer sig portlandcement som produceras i Sverige från cement från andra länder även om de kan klassas som samma cementtyp. I blandcement blandas portlandcementklinker med mineraliska material som kan ersätta en del av portlandcement, d.v.s. de reagerar kemiskt och bidrar till betongens hållfasthet och andra egenskaper. Den europeiska cementstandarden omfattar blandcement med nio olika alternativa bindemedel som ersätter en del av portlandcementklinkern. Skillnader i cementets sammansättning och egenskaper kan ha stor påverkan på både den färska och hårdnade betongens egenskaper. Ersättning av portlandcement med de möjliga alternativa bindemedlen, som ofta är biprodukter från andra industriella processer, t.ex. masugnsslagg från ståltillverkning och flygaska från kolkraftverk, ger ett cement med lägre koldioxidavtryck och därmed minskat utsläpp av koldioxid.

Cementproduktionen i världen har ökat kraftigt efter andra världskriget. Under 1950 producerades ca 100 miljoner ton cement i världen och 2019 ca 4.1 miljarder ton (bild 1).



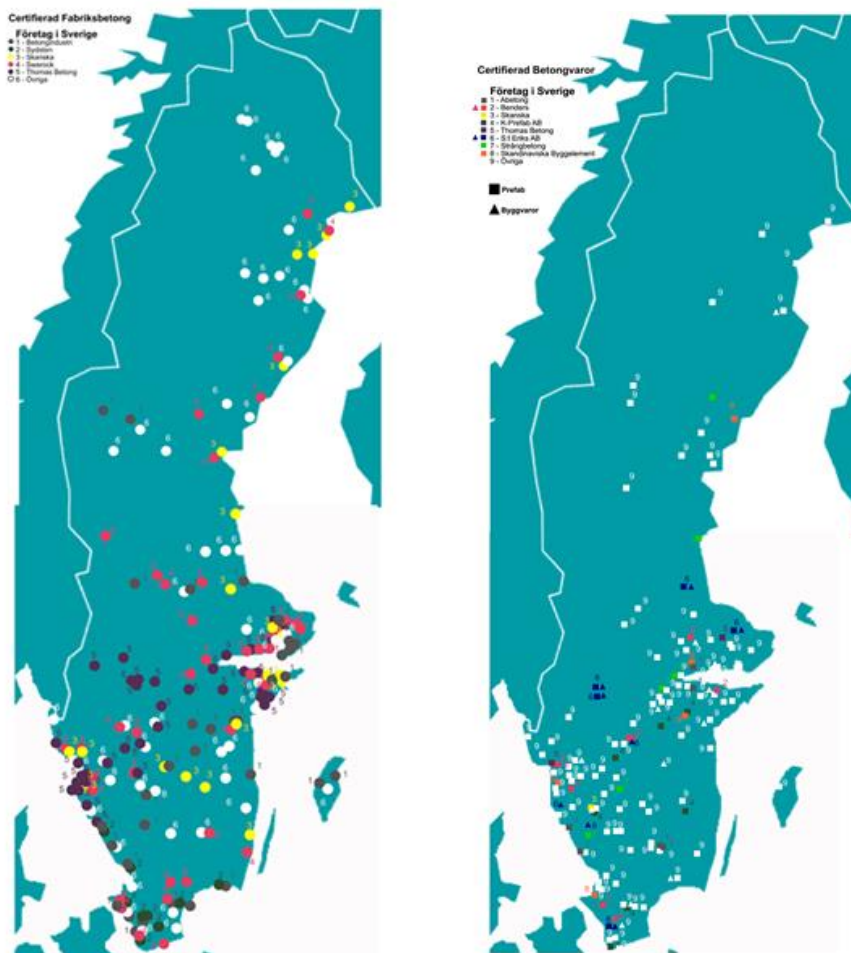
**Bild 1: Cementproduktion i världen 2019. 'CEMBUREAU' 5.9 % avser den europeiska produktionen. Källa: The European Cement Association ([cembureau.eu](http://cembureau.eu)).**

I Europa finns det flera stora och mindre cementproducenter. Under de senaste 20 åren har cementproduktionen genomgått en väsentlig företagskonsolidering. Några av de viktigaste cementproducenterna i Europa är:

- Aalborg Portland Group - Danmark (Cementir Holding).
- Breedon - Storbritannien
- Buzzi Unicem - Italien
  - Dyckerhoff - Tyskland
  - Dyckerhoff Polska - Polen
  - Cimalux - Luxemburg
  - OOO SLK Cement - Ryssland
- Cementir Holding - Italien
- Cemex - Mexico men finns i flera länder i Europa (t.ex Tyskland)
- CRH Group - Irland
  - Finnsementti - Finland
- Eurocement Group - Ryssland
- HeidelbergCement - Tyskland
  - Cementsa - Sverige
  - Norcem - Norge
  - Italcementi - Italien
  - HeidelbergCement Russia- Ryssland
- Holcim Ltd - Schweiz (LafargeHolcim)
- Irish Cement - Platin och Limerick/Irland
- Lafarge - Frankrike (LafargeHolcim)
- Lagan Cement - Irland
- Natural Cement - Storbritannien
- Tarmac Limited - Storbritannien
- Schwenk - Tyskland
- TITAN Group - Grekland
- Valderrivas Portland - Spanien
- I närområdet till Europa: Cimsa och Denizli Cement i Turkiet

## 2.2 ALLMÄNT OM BETONG

I Sverige finns det 341 betongfabriker som producerar fabriksbetong, prefabricerade element och andra betongprodukter (bild 2).



**Bild 2: Certifierade fabriksbetongproducenter (vänstra bilden) och certifierade betongvaruproducenter (högra bilden).**

Betong är ett av världens viktigaste byggmaterial och kan i princip betraktas som ett rent naturmaterial. Betong har lång livslängd och litet drift- och underhållsbehov. Betong brinner inte, tål fukt, möglar inte och kan återvinnas till 100 %. På grund av sin vikt är betong ljuddämpande och värmelagrande och det är också lufttät. Med betong kan man bygga industriellt och kostnadseffektivt.

Vanlig betong består av ca 80 % ballast som utgörs av grus och sten, ca 15 % cement och 5 % vatten samt små doser av olika flytande tillsatsmedel som förbättrar betongens egenskaper. De vanligaste tillsatsmedlen gör betongen mer lättflytande eller frostbeständig. Tillsatsmedel används även för att förhindra allt för snabb härdning eller för att accelerera cementreaktionerna.

Vissa av de alternativa bindemedel som kan ersätta portlandcementklinker i cement, som masugnsslagg och flygaska, kan även tillsättas vid blandning av betong på betongfabriken. På samma sätt som när de ingår i cementet ger de betongen en bättre miljöprofil än om bara portlandcement skulle använts.

Ballasten i betongen måste ha en väl anpassad kornstorleksfördelning för att betongen ska få en bra konsistens och god arbetbarhet. Ballast sammansätts av flera olika ballastfraktioner mellan 0–32 mm som består av naturgrus och/eller krossat berg. Krossat grus förekommer också, men då partiklarna hos krossat grus är kantigare jämfört med naturgrus är det svårare att erhålla önskad konsistens och arbetbarhet. Detta kompenseras ofta med högre halter cement och eller tillsatsmedel i betongen.

Det finns flera varianter av betongmaterial anpassade för olika applikationer och nya betongsammansättningar utvecklas ständigt för att uppfylla nya tekniska krav och klimatutmaningar. Några exempel är fiberarmerad betong, markbetong, snabbtorkande betong, högpresterande betong, självkompakterande betong, skumbetong, sprutbetong, undervattensbetong och vältbetong. För närvarande är utvecklingen främst inriktad på klimatförbättrad betong, d.v.s. betong med lågt koldioxidavtryck som erhålls genom att ersätta delar av portlandcement med flygaska, masugnsslagg eller andra möjliga alternativa bindemedel.

### 3 KRAV PÅ PROVNING AV CEMENT OCH BETONG

---

#### 3.1 MYNDIGHETSREGLER, BOVERKETS OCH TRANSPORTSTYRELSENS KRAV OCH RÅD

I de svenska myndighetsföreskrifter som anger krav på bärförmåga, stadga och beständighet hos byggnadsverk finns inte några detaljerade regler när det gäller cement eller betong för användning i bärande konstruktioner.

De svenska myndighetsföreskrifterna är:

- *Transportstyrelsens Föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder, TSFS 2018:67* som gäller för vägar, som ska tillämpas på byggnadsverken järnvägar, spårvägar, tunnelbanor, vägar och gator samt de anordningar som hör till dessa.
- *Boverkets föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av europeiska konstruktionsstandarder (Eurokoder), BFS 2011:10* senast ändrad genom *BFS 2019:1 EKS 11*. Dessa föreskrifter ska tillämpas för alla andra byggnadsverk.

Båda dessa författningar hänvisar till de allmänna reglerna för betongkonstruktioner i Eurokod SS-EN 1992-1-1 när det gäller krav på betong och anger nationella val där eurokoden öppnar för det. När det gäller materialkrav hänvisar denna i sin tur normativt till den europeiska betongstandarden SS-EN 206. SS-EN 206 är inte harmoniserad och även i den finns det på ett antal ställen möjlighet att göra nationella val och kompletteringar. Nationell anpassning är



nödvändig för att ta hänsyn till skillnader i bland annat klimat och byggtraditioner inom Europa. Den nationella anpassningen av SS-EN 206 återfinns i den svenska standarden SS 137003 med senaste utgåva i december 2021.

Det enda specifika omnämmandet av SS-EN 206 och SS 137003 i Boverkets föreskrift ges när det gäller beständighet hos betongkonstruktioner. I ett allmänt råd står det: "Exponeringsklasser tillämpliga för de vanligaste förekommande typerna av miljöpåverkan anges i SS-EN 206:2013. I SS 137003 beskrivs lämpliga åtgärder för att uppnå beständighet hos betong."

Den europeiska cementstandarden nämns inte heller i myndighetsföreskrifterna, utan tas upp i SS-EN 206 och SS 137003.

Det finns krav för byggnader (Boverket, Boverkets byggregler samt i PBL) kopplat till fuktsäkert byggande och fuktsäkerhetsprojektering.

För detta krävs att man kan göra en prognos av t.ex. uttorkningstider av betong och detta kan medföra att man behöver bedöma uttorkningsegenskaperna hos betong med nya cement (självuttorkning och diffusionsegenskaper).

## 3.2 PROVNING AV CEMENT

### 3.2.1 Enligt den harmoniserade europeiska standarden för ordinära cement, SS-EN 197-1

CE-märkning av cement sker enligt det *system för bedömning och fortlöpande kontroll av prestanda* (allmänt kallat AVCP-system) som i Byggproduktförordningen (nr. 305/2011) betecknas 1+. Det är alltså fråga om en produktcertifiering av ett anmält produktcertifieringsorgan. Det är det system av de som beskrivs i byggproduktförordningen som har störst involvering av det anmälda produktcertifieringsorganet.

I detta system ingår att:

- tillverkaren ska tillhandhålla en prestandadeklaration baserad på tillverkningskontroll i fabrik och provning av stickprov.
- produktcertifieringsorganet ska utfärda intyg över kontinuiteten för produktens prestanda på grundval av typprovning, inledande inspektion av fabriken och dess tillverkningskontroll, fortlöpande övervakning, bedömning och utvärdering av tillverkningskontrollen samt uttag och provning av stickprov.

De egenskaper som ingår tillverkarens tillverkningskontroll och ska provas på varje cementtyp är: tidig hållfasthet och normhållfasthet (2/vecka), bindetid (2/vecka), volymbeständighet (1/vecka), glödförlust (2/månad), olöslig rest (2/månad), sulfathalt (2/vecka) och kloridhalt (2/månad). För sulfatresistent CEM I (portlandcement) även aluminathalt (2/månad).

Produktcertifieringsorganet och tillverkaren ska genomföra provningar av samma egenskaper på stickprov uttagna av produktcertifieringsorganet sex gånger per år. De angivna frekvenserna gäller vid pågående produktion av en cementtyp. Vid introduktion av en ny cementtyp är frekvensen fördubblad under en period av tre månader.

### 3.2.2 Krav på sulfatresistens och låg alkalihalt enligt SS 134204 och skadliga alkalisilikareaktioner

För att förhindra skadlig nedbrytning av betong på grund av sulfater i omgivningen eller i ballasten behöver betongen i vissa fall vara sulfatresistent. Ett sätt av flera som anges i SS 137003 för att säkerställa detta är att använda ett sulfatresistent cement. När det gäller sulfatresistens så specificerar SS-EN 197-1 krav på några typer av sådana cement, men säger samtidigt att även andra cement kan påvisas vara sulfatbeständiga nationellt.

Då de i SS-EN 197-1 angivna sulfatresistenta cementen inte är optimala med avseende på andra krav på betongen (t.ex. salt-frostbeständighet) har det svenska standardiseringsorganet SIS gett ut en särskild standard för att ange krav för att ett par andra cement i SS-EN 197-1 ska anses som sulfatresistenta, SS 134204. Denna standard anger särskilda krav på aluminathalt och sulfathalt, som ska provas 2 ggr per månad (initialt 4 ggr per månad). För denna egenskap tillämpas samma typ av tredjepartskontroll som enligt SS-EN 197-1 med provning av stickprov sex gånger per år.

En annan mekanism som kan bryta ner betong är reaktioner mellan silikater i ballast och alkalier i betongen, som kan orsaka inre svällning och uppsprickning av betongen. Ett sätt att minimera denna risk är att använda ett cement med låg alkalihalt. Denna parameter ingår inte bland de som deklarerar enligt SS-EN 197-1. Därför har SIS gett ut en särskild standard för att ange krav för att cement enligt SS-EN 197-1 ska anses ha låg alkalihalt, SS 134203. Enligt denna ska alkalihalten provas en gång per månad (initialt 1 gång per vecka). Även för denna egenskap tillämpas samma typ av tredjepartskontroll som enligt SS-EN 197-1 med provning av stickprov sex gånger per år.

### 3.2.3 Beställarkrav eller projektspecifika krav (AMA, Trafikverkets kravdokument)

För att förhindra skadlig sprickbildning i massiva konstruktioner i tidigt skede behöver värmeutvecklingen hos en betong begränsas. Enligt AMA Anläggning 20, som används som teknisk specifikation av beställare av de flesta större anläggningsprojekten i Sverige, underlättas möjligheten att förhindra sprickbildning om cementet har en begränsad värmeutveckling. SS-EN 197-1 specificerar krav för några cement med låg värmeutveckling, men dessa är inte optimala med avseende på andra krav på betongen (t.ex. salt-frostbeständighet). SIS har därför gett ut en särskild standard för att ange krav för att cement enligt SS-EN 197-1 ska anses ha moderat värmeutveckling, SS 134202. Enligt denna standard ska värmeutvecklingen provas av tillverkaren en gång per månad (initialt en gång per vecka). För denna egenskap tillämpas samma typ av tredjepartskontroll som enligt SS-EN 197-1 med provning av stickprov sex gånger per år.

### 3.3 PROVNING AV BETONG

#### 3.3.1 Tillämpning av den europeiska standarden för betong SS-EN 206

Färsk betong kan inte CE-märkas. Tillverkningskontroll av betong sker enligt ett system liknande AVCP 2+ i Byggproduktförordningen.

I detta system ingår att:

- tillverkaren deklarerar egenskaperna baserad på en typprovning, fortlöpande tillverkningskontroll i fabrik och provning av stickprov.
- ett certifieringsorgan för tillverkningskontroll utfärdar ett överensstämmelseintyg för tillverkningskontrollen baserat på en inledande inspektion av fabriken och dess tillverkningskontroll och fortlöpande övervakning, bedömning och utvärdering av fabriken tillverkningskontroll.

De egenskaper som ska ingå i tillverkarens tillverkningskontroll av varje betongtyp är: tryckhållfasthet och konsistens, (1 per 400 m<sup>3</sup> betong eller 1 per vecka vid pågående produktion, initialt dubblad frekvens). Om luftporbildare används ska även lufthalten provas.

För varje fabrik ska jämförande provning av tryckhållfasthet på en av fabriken betongsammansättningar utföras på ett ackrediterat laboratorium en gång per år.

Beställaren kan dock ställa betydligt fler krav på betongen för att den ska fungera i den avsedda konstruktionen med använd byggmetod och den specifika miljö. Det kan vara krav på salt-frostbeständighet och andra beständighetsegenskaper, betongtemperatur, hållfasthetsutveckling, värmeutveckling, bindetid, vattentäthet, böjdraghållfasthet, krympning, krypning, elasticitetsmodul, pumpbarhet, lämplighet för undervattensgjutning etc. Det kan också vara önskemål om att t.ex. vissa cementtyper ska användas.

För att kunna producera en betong som uppfyller alla beställarens krav genomför betongtillverkaren förprovningar för att ta fram lämpliga optimerade betongrecept. Om man byter cementfabrikat i ett etablerat betongrecept måste förprovingen göras om, även om det nya cementet har samma typbeteckning enligt SS-EN 197-1, då till exempel kemisk sammansättning, kornstorleksfördelning, värmeutveckling, bindetid, hållfasthetsutveckling m.m. hos cementen kan variera.

#### 3.3.2 Tillämpning av den svenska tillämpningsstandard till SS-EN 206; SS 137003

SS-EN-206 lämnar på en hel del ställen öppningar för nationella anpassningar. I vissa fall anges baskrav men det finns möjlighet att nationellt justera dessa. I andra fall anges inget alls, utan man hänvisar till nationella standarder eller dylikt. Nedan redovisas de i sammanhanget viktigaste nationella anpassningarna i Sverige.

### *Motstånd mot skadliga alkalisilikareaktioner (ASR)*

Skadliga alkalisilikareaktioner mellan ballast och alkalier från cement kan förhindras genom att endast ASR-säker ballast används eller genom att betongen sammansätts anpassas så att risken för skadliga ASR-reaktioner förhindras. Det kan vara genom att hålla alkalihalten låg genom att använda ett lågalkaliskt cement (se angående lågalkaliskt cement ovan) eller genom att välja cement/bindemedel som minimerar denna risk. Detta kan påvisas genom att ballasten visas vara icke-alkalireaktiv eller genom att betongen funktionsprovas med avseende på ASR. Bakgrund till att det finns möjlighet att funktionsprova betong är att tillgången på icke-reaktiv ballast är begränsad och inte finns över hela landet, och möjligheten att använda ballast med viss alkalireaktivitet utan risk för ASR-problem leder till ett bättre resursutnyttjande. Funktionsprovningar genomförs med de specifika delmaterialen till betongen som ska användas i det aktuella fallet. En funktionsprovning genomförd med ett cement av viss typ tillverkad av en producent gäller inte automatiskt för samma cementtyp tillverkad av en annan producent. Vid byte av cementtyp måste alltså funktionsprovningen med avseende på ASR göras om. Det finns i princip tre provningsmetoder som tillämpas för dessa provningar. Provningstiden för alla tre metoderna är mellan 140 dygn och ett år, och provningen startar vid en månadsålder på betongen. Provningsförfarandet utförs av ett ackrediterat laboratorium.

### *Salt-frostbeständighet*

När det gäller salt-frostbeständighet lämnar SS-EN 206 öppet för att nationellt ange kriterier och provningsmetod. För att säkerställa beständigheten mot salt-frostskador i konstruktioner utsatta för såväl salt, fukt och frost (t.ex. i anslutning till tö-saltade vägar och skvalpzonen i marina konstruktioner, exponeringsklass XF4) används i Sverige sedan 1990-talet den i Sverige utvecklade "slab method" som beskrivs i CEN/TS 12390-9, och även i den svenska standarden SS 137244 där även utvärderingskriterier anges. Användning av denna metod för förprovning har gjort att frekvensen av frostskador har reducerats radikalt i t.ex. vägbroar. För övriga frostutsatta konstruktioner tillämpas i första hand krav på lufthalt, även om det finns möjlighet att prova även i de fallen. Själva frostprovningen tar 56 dygn eller 112 dygn (beroende på ingående delmaterial) och startar vid en månads ålder på betongen. Provningsförfarandet utförs av ett ackrediterat laboratorium. Byter man ut cementet, även om det är av samma typ, måste förprovningen av salt-frostbeständighet göras om.

### *Kvalifikationsprovning*

För de cement och bindemedelstyper som vi har erfarenhet av i Sverige eller i våra grannländer anges användningskriterier i SS 137003 som säkerställer att betongen får acceptabel beständighet. För vissa cement som omfattas av SS-EN 197-1, men vilka vi inte har erfarenhet av, ges en möjlighet att kvalifikationsprova specifika sådana cement för att ta fram användningskriterier som ger betongen samma beständighet som med de cement som anges i SS 137003. Vilka provningsmetoder som ska användas styrs av för vilken miljö (exponeringsklass) cementet ska kvalificeras. När det gäller skydd mot korrosion p.g.a. karbonatisering eller kloridinträngning finns det möjlighet att välja mellan olika metoder, med både längre och kortare provningstid. För salt-frostbeständighet se ovan. Kvalifikations-

provning utförs som en engångsprovning, och gäller så länge det specifika cementet är detsamma. Vid byte av cement måste kvalifikationsprovningen göras om.

#### *Förhöjda k-värden för tillsatsmaterial*

När slagg och flygaska ingår i ett cement så jämföras de beständighetsmässigt med portlandcementklinker. När de i stället tillsätts i betongblandaren räknas deras effektivitet ner med så kallade  $k$ -värden ( $< 1$ ). För att kunna tillgodoräkna sig bättre effektivitet (högre  $k$ -värde) för en specifik slagg eller en specifik flygaska i kombination med ett specifikt cement kan man genom provning av hållfasthet påvisa detta. Detta sker som en fortlöpande provning (1 provning per månad) under tredjepartskontroll inklusive jämförande provningar på stickprov 3 gånger per år. Initialt är frekvensen fördubblad. Provningarna ska utföras av ackrediterade laboratorier. Det går inte att åberopa ett intyg på högre  $k$ -värden om man byter till annat cement, även om det är av samma typ enligt SS-EN 197-1, utan ett nytt intyg måste tas fram. Det vill säga nya provningar måste genomföras vid byte av cement.

#### *Likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer (EPCC-konceptet)*

Detta är en möjlighet att jämföra slagg och flygaska tillsatt i betongblandaren med ett cement innehållande samma proportioner av samma material. Metodiken beskrivs översiktligt i SS-EN 206-1 och specificeras närmare i SS 137003. En bindemedelskombination med ett specifikt cement och en specifik slagg eller flygaska ska då påvisas ge samma hållfasthet som det cement det motsvarar. Den likvärdiga prestandan fastställs initialt och verifieras sedan genom fortlöpande provningar (1 provning per månad) under tredjepartskontroll inklusive jämförande provningar på stickprov 3 gånger per år. Provningarna förutsätts utföras av ackrediterade laboratorier.

Det går inte att åberopa ett intyg på likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer om man byter till annat cement, även om det är av samma typ enligt SS-EN 197-1, utan då måste ett nytt initialt fastställande göras och ett nytt intyg tas fram, vilket innebär nya provningar.

### 3.3.3 Beställarkrav och projektspecifika krav (AMA, Trafikverkets kravdokument)

#### *Likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer med avseende på låg alkalihalt, sulfatresistens och moderat värmeutveckling.*

EPCC-konceptet i SS 137003 (se ovan) har i AMA Anläggning utvidgats för att kunna tillämpas på egenskaperna låg alkalihalt, sulfatresistens och moderat värmeutveckling.

Det går inte att åberopa ett intyg på likvärdig prestanda hos bindemedelskombinationer med avseende på dessa egenskaper om man byter till annat cement, även om det är av samma typ enligt SS-EN 197-1, utan då måste ett nytt initialt fastställande göras och ett nytt intyg tas fram.

### *Provning av hållfasthet och salt-frostbeständighet i färdig konstruktion*

Enligt AMA Anläggning ska både hållfasthet och salt-frostbeständighet i vissa fall provas genom uttag av provkroppar ur färdig konstruktion och provning av ett ackrediterat laboratorium. Detta görs för att kontrollera att betongkvaliteten inte försämrats av utförandet (gjutning, bearbetning och härdning) av en betongkonstruktion. Frekvensen eller omfattningen på denna provning påverkas dock inte av om det sker ett byte av cement.

### *Provning av risk för spjälkning av betong vid brand i tunnlar*

Enligt Trafikverkets Krav Tunnelbyggande (TDOK 2016:0231) ska risken för spjälkning beaktas för konstruktioner av betong eller sprutbetong i ett trafikutrymme. Säkerheten mot betongspjälkning ska verifieras genom provning eller utredning.

I Trafikverkets Råd tunnelbyggande (TDOK 2016:0232) anges att utredning av behov och lämpliga åtgärder för att undvika skadlig spjälkning baseras lämpligen på Betongrapport nr 16 (Svenska Betongföreningen) som ger rekommendationer för att förhindra spjälkning i anläggningskonstruktioner.

I vissa fall, t.ex. vid användning av beståndsdelar som det saknas erfarenhet av, kan provning av risken för brandspjälkning vara nödvändig.

### 3.3.4 Utförandestandarden SS-EN 13670 och tillämpningsstandard SS 137006

Ingen av dessa standarder ställer krav på betongprovningar utöver de som innefattas i SS-EN 206 och SS 137003 och AMA Anläggning enligt ovan.

### 3.3.5 Provning av betong i förtillverkade betongelement

Förtillverkade betongelement som omfattas av harmoniserade europastandarder skall CE-märkas. Betongelement är vanligtvis bärande och exempel på sådana är pelare, balkar, håldäck och bjälklagselement. För förtillverkade betongprodukter finns en horisontell standard, SS-EN 13369 Gemensamma regler för förtillverkade betongprodukter, i vilken allmänna krav på betongen formuleras. Denna i grunden europeiska standard har en svensk tillämpningsstandard SS 137005. Ingen av dessa standarder ställer krav på betongprovningar utöver de som innefattas i SS-EN 206 och SS 137003 och AMA Anläggning enligt ovan. En alternativ provningsmetod för tryckhållfasthet kan dock användas.

De särskilda kraven på olika typer av förtillverkade betongelement anges sedan i separata harmoniserade standarder. Dessa standarder hänvisar till SS-EN 13369 och SS-EN 206 när det gäller betongmaterialet i elementen. I de separata harmoniserade standarderna kan även produktspecifika provningsmetoder anges.

### 3.3.6 Provning av betongvaror

Betongvaror är vanligtvis inte bärande, och exempel på sådana är markplattor, marksten, takpannor, murblock och betongrör. För dessa finns harmoniserade standarder vilket innebär att de ska CE-märkas. Standarderna anger vanligtvis produktspecifika provningsmetoder utöver vissa som är allmänna för materialet betong. Då betongvaror normalt inte är bärande är inte säkerhetskraven så höga och när det gäller provning är det ofta fråga om typprovning och viss fortlöpande provning som kan utföras av tillverkaren själv. I de fall tillverkaren inte har möjlighet att utföra vissa provningar anlitas externa laboratorier som har denna möjlighet. Finns det krav på provning av frostbeständighet sker ofta denna provning på ackrediterade laboratorier ibland med speciella metoder och ibland med den metod som används på betong i allmänhet.

### 3.3.7 Provning av sprutbetong SS-EN 14487-1

När det gäller sprutbetong är förprovningen helt avgörande för kvaliteten på slutresultatet. I förprovningen ingår provsprutning i särskilda sprutbetongformar. Utöver att säkerställa en sammansättning som ger en bra konsistens, fungerar bra vid sprutningen och ger en vidhäftande betong, tas provkroppar ur den härdade sprutade provkroppen för bestämning av böj- och tryckhållfasthet. Vilka övriga egenskaper som ska bestämmas på den färska och hårdnade sprutbetongen beror bland annat på till vad den ska användas, för reparation, för bergförstärkning eller som fristående konstruktion och i vilken miljö den ska användas. Om sprutbetongen utsätts för frost och salt ska den även provas med avseende på saltfrostbeständighet av ett ackrediterat laboratorium. Innehåller sprutbetongen fibrer behöver också fler egenskaper provas.

Till viss del används samma provningsmetoder som för vanlig betong, men det finns också ett flertal metoder särskilt framtagna för sprutbetong.

Om man byter cementfabrikat i ett etablerat sprutbetongrecept måste förprovningen göras om, även om det är fråga om cement med samma typbeteckning enligt SS-EN 197-1.

### 3.3.8 Byggbranschens omställning mot klimatförbättrad betong och dess påverkan på provningsbehovet

Under de senaste decennierna har strävan att minska betongens klimatpåverkan ökat allt mer. Den svenska cement- och betongbranschen tog 2018 fram två ambitiösa färdplaner för ett klimatneutralt byggande med betong. Detta har främst inneburit att man vidtar åtgärder för att minska utsläpp av koldioxid till atmosfären vid tillverkning av cement samt ökar ersättningen av portlandcement med olika alternativa bindemedel i betong. Allt detta måste göras utan att betongens beständighet försämras och konstruktionernas livslängd förkortas.

Inget är vunnet om själva betongen kan göras klimatsmart men betongkonstruktionen måste rivas och ersättas med en ny betydligt tidigare än om den byggts med en traditionell betong.

De mineraliska alternativa bindemedel som används för att ersätta portlandcement kan förändra betongens beständighetsegenskaper, ibland positivt och ibland negativt. Därför är det viktigt att ha en god förståelse för hur alternativa bindemedel påverkar t.ex. motstånd mot armeringskorrosion och salt-frostbeständighet. Påverkan av de alternativa bindemedel som används idag, flygaska och slagg, är relativt väl känd, men tillgången på dessa material är begränsad och kommer att minska varefter man stänger kolkraftverk som ger flygaska och förändrar processen för tillverkning av stål som idag ger slagg (t.ex. genom elektrifiering). På sikt måste helt andra bindemedel användas. För att vara tänkbart som ett betydande alternativt bindemedel måste det finnas i mer eller mindre obegränsad tillgång. Ett sådant material är t.ex. lera som om det kalcineras och mals kan ersätta en del av portlandcementet. Men hur dessa nya material påverkar betongens beständighet är fortfarande under forskning och utveckling. De flesta betongkonstruktioner konstrueras för en livslängd på 100 år eller mer, samtidigt som de ofta utsätts för tuffa miljöer som kan verka nedbrytande. God kunskap om hur olika alternativa bindemedel påverkar beständigheten är därför av största vikt.

Den svenska tillämpningsstandarden SS 137003 revideras med jämna mellanrum. Senaste revideringen publicerades i december 2021. I denna utgåva tillåts större användning av alternativa bindemedel vilket medför att med ökande efterfrågan på betong med låga koldioxidavtryck så kommer nya betongrecept med högre andel alternativa bindemedel att tas fram i allt snabbare takt. Om man vet att påverkan av ett visst alternativt bindemedel, som slagg och flygaska, på en viss egenskap är negativ (som t.ex. för salt-frostbeständighet), har kravet i standarden på provning av denna egenskap ökat om man vill ersätta större andelar av portlandcementet. Ökad användning av dessa material för konstruktioner i salt-frostutsatta miljöer medför alltså ökad provning av betongens salt-frostbeständighet. I de fall erfarenheter saknas och kunskapen om påverkan av ett alternativt bindemedel som används i ett blandcement på betongens beständighetsegenskaper är bristfällig, kan särskilda provningar genomföras för att klargöra blandcementets lämplighet för den avsedda användningen (kvalifikationsprovning). För att potentialen hos slagg och flygaska ska kunna utnyttjas bättre när de tillsätts i betongblandaren finns också möjligheterna att påvisa att man kan använda ett högre  $k$ -värde eller påvisa likvärdighet med ett motsvarande cement (EPCC). Alla dessa möjligheter kräver utökade provningar.

Tillämpningen av den reviderade standarden SS 137003 där högre halter av alternativa bindemedel för olika applikationer är tillåtna ökar incitamentet hos byggherrar/beställare att bygga med klimatförbättrad betong redan under 2022. De svenska betongproducenterna har varit medvetna om vad den stora förändringen i standarden skulle betyda för deras provningsbehov och de flesta har redan påbörjat ett arbete med anpassning av egna recept till de nya kraven. Under hela 2022 kommer betongproducenter att parallellt prova redan upphandlade betongrecept (som följer den gamla versionen av SS 137003) och dessutom nya klimatförbättrade recept som bygger på en blandning av cement från Cementa i Slite eller från andra leverantörer och olika mängder alternativa bindemedel, t.ex. masugnsslagg eller flygaska. Vid ett cementbyte kommer de nya recepten att behöva provas igen.



Oberoende av om det uppstår någon cementkris eller ej kommer alltså utvecklingen mot ökad efterfrågan av betong med lägre koldioxidavtryck att leda till att provningsbehoven av klimatförbättrad betong till framför allt anläggningsbyggandet att öka under hela 2022 och framåt i tiden. Hur stor ökningen blir är svår att förutsäga då den beror på många faktorer så som – hur snabbt krav på klimatförbättrad betong införs i upphandlingar och på tillgängligheten av olika alternativa bindemedel över tid. Utvecklingen går dock snabbt och strävan att sänka koldioxidavtrycket är stor, vilket gör att ökningen potentiellt blir historiskt mycket stor för några provningsmetoder, bland annat salt-frostprovning. I kapitel 6.2 redovisas ett försök till bedömning av ökat behov av salt-frostprovning för betong till anläggningskonstruktioner. Bedömningen visar att det inom en treårsperiod är rimligt att provningsbehovet ökar minst 50 % enbart på grund av introduktionen av klimatförbättrad anläggningsbetong. Ökar efterfrågan snabbare på införande av klimatförbättrad betong samtidigt som det finns god tillgång på alternativa bindemedel kan provningsbehovet komma att öka ännu mer. Utöver detta kommer eventuellt ett ökat provningsbehov beroende på en cementkris och introduktion av ett eller flera nya cement på ett stort antal betongfabriker under kort tid.

### 3.3.9 Inverkan av pågående utveckling av standarder - införande av "Resistance Classes" på framtida provningsbehov

Flera kommittéer inom den europeiska standardisering (CEN); CEN/TC250/SC2 (Eurokoder för betongkonstruktioner), CEN/TC 104 (materialet betong) och CEN/TC51 (cement), samarbetar för att införa ett mer funktionskravsbaserat sätt att avgöra betongkonstruktioners beständighet och livslängd än de föreskrivande reglerna som är rådande i befintliga standarder. Med föreskrivande regler menas att användning av betong i olika miljöer (exponeringsklasser) styrs av krav på betongens sammansättning, t.ex. vilka bindemedel och andra beståndsdelar som får användas och proportionerna mellan delmaterial, främst mellan vatten och bindemedel. Med funktionskravsbaserade regler anges i stället vilka krav en betong ska uppfylla vid provning av en viss egenskap för att få användas i en exponeringsklass relaterad till denna egenskap. Vilka krav en betong uppfyller kan då deklarerats som en "resistance class", motståndsklass. I första hand inriktas arbetet inom CEN på att definiera motståndsklasser för exponeringar som har att göra med korrosion av armering på grund av karbonatisering eller kloridinträngning. Då ska t.ex. en betong utsatt för saltvatten provas och uppfylla krav med avseende på kloridinträngning för att få användas på ett visst sätt och med ett visst minsta täcksikt för att anses ha tillräcklig beständighet för den avsedda användningen. Man försöker också att ta fram förenklade föreskrivande "deamed-to-satisfy-regler" gemensamma för hela Europa för att klassificera betongen.

Salt-frostprovning enligt den metod vi använder i Sverige och kvalifikationsprovning som införts i senaste versionen av SS 137003 är exempel på ett funktionskravsbaserat kravställe, i analogi med motståndsklasssystemet.

Det europeiska systemet med motståndsklasser med avseende på karbonatisering och kloridinträngning kommer att införas inom några år, även om de gamla föreskrivande kraven kommer att accepteras parallellt under en övergångsperiod. Hur lång denna övergångsperiod kommer att vara är svårt att bedöma.

Införande av motståndsklasser kommer också att på längre sikt ytterligare öka provningsbehovet av betong.

### 3.4 SAMMANFATTNING AV KRAV FÖR PROVNING AV CEMENT OCH BETONG

Den största delen av de provningar som krävs för att kontrollera kvaliteten på cement utförs som tillverkningskontroll av tillverkaren. Då cement vid CE-märkningen produktcertifieras har dock ett anmält certifieringsorgan en stor roll vid kvalitetskontrollen. Certifieringsorganet genomför stickprov på varje enskild cementtyp med avseende på ett antal egenskaper sex gånger per år. Detsamma gäller för de egenskaper som inte ingår i CE-märkningen men som det finns krav på enligt svenska standarder.

En stor del av de provningar som krävs på betong enligt SS-EN 206 utförs av tillverkarna. Dels som en omfattande förprovning för att optimera sammansättningarna och säkerställa att grundläggande krav från beställaren uppfylls, dels som fortlöpande provningar under produktionen. Behovet av extern provning är lågt så länge tillverkaren själv har möjlighet att utföra dessa provningar på plats. Provning av hållfasthet, hållfasthetsutveckling och provning av den färska betongens egenskaper görs normalt av betongtillverkarna själva. Varje fabrik skall årligen genomföra jämförande provning, med ett ackrediterat laboratorium, av tryckhållfasthet på en betongsammansättning.

Provning av vissa egenskaper täcks inte in av SS-EN 206 utan där hänvisas till nationella krav och metoder. Det gäller till exempel motstånd mot skadliga alkalisilikareaktioner och salt-frostbeständighet, som behandlas i den svenska tillämpningsstandarden SS 137003. Krav på betongprovning med avseende på salt-frostbeständighet gäller betong avsedd för den mest aggressiva salt-frostmiljön (XF4) vilket är en vanlig miljö för många anläggningsbyggander. Funktionsprovning av motstånd mot ASR görs enbart då potentiellt reaktiv ballast används, och om betongen ska användas i fuktig miljö.

I SS 137003 ges även möjligheter att bättre utnyttja de alternativa bindemedlen masugnsslagg och flygaska än vad SS-EN 206 medger. Detta kräver dock initiala och fortlöpande provningar av tillsatsmaterialet i fråga eller kombinationer av dessa material och specifika cement (förhöjt k-värde, EPCC).

I SS 137003 ges också en möjlighet att använda specifika cement av cementtyper som vi inte har erfarenhet av i Sverige. Detta kräver dock en initial kvalifikationsprovning för att ta fram användningskriterier. Sådana provningar ska genomföras av ackrediterade laboratorier.

Förprovning av sprutbetong, som innefattar provsprutning, är av stor vikt för kvaliteten hos sprutbetong. Vid förprovning provas den färska och unga sprutbetongens egenskaper. Detta genomförs oftast av det företag som genomför sprutningen. På den härdade sprutade

betongen bestäms sedan hållfasthet, densitet och ev. salt-frostbeständighet och i vissa fall motstånd mot vatteninträning. Dessa provningar utförs vanligtvis av ett externt ackrediterat laboratorium.

I tabell 1 listas de provningar som ska utföras av ett ackrediterat laboratorium, eller i de flesta fallen utförs av ett sådant idag. Här ingår alltså inte de optimeringar och förprovningar som vanligtvis utförs av tillverkaren. De provningar som anges med kursiv stil är frivilliga möjligheter.

**Tabell 1: Provningar på cement, betong och sprutbetong som ska utföras av ett ackrediterat laboratorium eller vanligtvis utförs av ett sådant.**

Kravedokument	Provningsmetod	Egenskap
<b>Cement</b>		
SS-EN 197-1	SS-EN 196-1	Hållfasthet, densitet
SS-EN 197-1, SS 134203, SS 134204	SS-EN 196-2	Kemisk analys
SS-EN 197-1	SS-EN 196-3	Bindetid och volymbeständighet
<i>SS 134202</i>	<i>SS-EN 197-11</i>	<i>Värmeutveckling</i>
<b>Betong och förtillverkade betongelement</b>		
SS-EN 206	SS-EN 12390-3	Tryckhållfasthet
SS 137003	CEN/TS12390-9 (SS 137244)	Frost- och salt-frostbeständighet (vid krav)
<i>SS 137003 EPCC, förhöjt k-värde</i>	<i>SS-EN 196-1</i>	<i>Tryckhållfasthet (aktivitetsindex)</i>
<i>SS 137003 EPCC,</i>	<i>SS-EN 196-3</i>	<i>Bindetid</i>
<i>SS137003 ASR</i>	<i>RILEM AAR-10(3) alt RILEM AAR-11(4) alt CBI-metod nr 1</i>	<i>Funktionsprovning av betong för ASR</i>
<i>SS137003 Kvalifikationsprovning</i>	<i>SS-EN12390-10 alt SS-EN 12390-12</i>	<i>Karbonatisering</i>
<i>SS137003 Kvalifikationsprovning</i>	<i>SS-EN 12390-11 alt SS-EN 12390-18 alt NT-Build 492</i>	<i>Kloridinträning</i>
<i>SS137003 Kvalifikationsprovning</i>	<i>CEN/TS 12390-9 (SS137244)</i>	<i>Frost- och salt-frostbeständighet</i>
<b>Betongvaror</b>		
SS-EN 1338 SS-EN 1339 SS-EN 1340	SS-EN 1338 SS-EN 1339 SS-EN 1340	Marksten: Frost- och salt-frostbeständighet samt nötning

Kravdokument	Provningsmetod	Egenskap
<b>Sprutbetong</b>		
SS-EN 14487-1	SS-EN 12504-1 (SS-EN 12390-2)	Tryckhållfasthet
SS-EN 14487-1	SS-EN 14488-4 alt SS-EN 1504	Vidhäftning
SS-EN 14487-1	SS-EN 12390-7	Densitet
SS-EN 14487-1	SS- EN 14448-7	Fibermängd
SS-EN 14487-1	SS-EN 12390-5	Böjdraghållfasthet utan fiber
SS-EN 14487-1	SS-EN 14488-3	Böjdraghållfasthet med fiber
<i>SS-EN 14487-1</i>	<i>SS-EN 12390-8</i>	<i>Motstånd mot vatteninträngning (vid krav)</i>
<i>AMA Anläggning</i>	<i>CEN/TS 12390-9 (SS137244)</i>	Frost- och salt- frostbeständighet ( <i>vid krav</i> )

## 4 KARTLÄGGNING AV BEFINTLIG PROVNINGSVVERKSAMHET - KAPACITET OCH NUVARANDE NYTTJANDEGRAD

### 4.1 ACKREDITERADE LABORATORIER FÖR PROVNING AV CEMENT OCH BETONG

I Sverige finns det sju ackrediterade organisationer som bedriver ackrediterad provningsverksamhet på tio laboratorier (bild.3). I Norden finns det ett antal ackrediterade laboratorier i främst Finland och i Danmark.

#### Ackrediterade laboratorier



**Bild 3: Karta över ackrediterade laboratorier i Sverige och i övriga Norden.**

Ackrediteringsomfattningen för de svenska laboratorier varierar vilket visas i nedanstående tabell 2 där de mest relevanta provningsmetoderna/områdena listas. Ett urval av relevanta ackrediteringar för de nordiska laboratorier visas i tabell 3.

**Tabell 2: Ackrediterade laboratorier i Sverige och identifierade metoder som kan bli aktuella vid byte av cement.**

	Cement/Bindemedel	Värmeutveckling cement	Tryckhållfasthet	Frost-/salt- frostbeständighet	ASR	Kloridmigration	Sprutbetong (tunnlar/ gruvor)	Brand	Frost- /salt-frostbest. +Nötning	Temperatursprickor
RISE – Borås	X	X1)	X	X	X	X	X	X	X	
RISE – Sthlm			X	X						
Vattenfall			X	X			X			
PEAB			X	X						
C--lab	X		X	X						
Betongindustri Sthlm			X	X						
Betongindustri Linköping			X	X						
Sydsten			X	X						
Cementa Research Slite/Skövde	X	X	X	X						
Luleå tekniska univ.										X2)

- 1) Ej egen ackreditering men har ackrediterad underleverantör
- 2) Ej ackrediterad provning

**Tabell 3. Ackrediterade laboratorier i Norden (förutom Sverige) och ackreditering för några identifierade metoder som kan bli aktuella vid byte av cement i Sverige.**

	Cement/Bindemedel	Tryck-hållfasthet	Frost/salt-frost	ASR	Kloridmigration	Brand	Temp-sprickor
RISE - Norge						X	
SINTEF - Norge	X	X					X
Pelcon - Danmark		X	X (5)	X	X		
DTI - Danmark		X	X (10)		X		
DBI - Danmark						X	
Aalborg Portland	X						
VTT - Finland						X	
Contesta, Finland		X	X				
Eurofins, Finland		X	X (2)*				
Ohutiekeskus, Finland		X	X (3)				
SE Finland University		X	X (5)				
PMB Arctic, Finland		X	X (1)				
Mitta, Finland		X	X (6)				

(2)\* - antal frysprovningsskåp

#### 4.2 PROVNING I BETONGPRODUCENTERNAS LABORATORIER

Provning av betong med nya cement, alternativa bindemedel och andra delmaterial görs av betongproducenterna ute på fabrikerna och en del av provningen utförs på ackrediterade laboratorier. Det kan inte nog understrykas att ett byte av cement och introduktion av andra nya bindemedel innebär ett stort intrimnings- och provningsarbete ute på betongfabrikerna. Såväl den färska betongens egenskaper, kompatibiliteten med andra delmaterial och tillsatsmedel, öppethållandetid och hållfasthetstillväxt i tidigt och senare skede behöver kartläggas och trimmas in noga. Detta är ett stort arbete som i hög utsträckning sker lokalt på fabrikerna. Detta får inte glömmas bort men ingår inte primärt i denna utredning. Vid samtal med betongtillverkarna är budskapet att detta är ett internt arbete där något ökat behov av

de ackrediterade provningslaboratorierna inte identifierats i detta skede. Utifrån de samtal som förts har det framkommit att det finns ett ökat behov av ackrediterad provning inom framförallt de områden som anges i tabell 2.

### 4.3 ICKE ACKREDITERADE LABORATORIER: HÖGSKOLOR OCH UNIVERSITET

Det finns flera högskolor och universitet som bedriver utbildning och forskning inom ämnet samhällsbyggnad där materialet betong ingår. Högskolor och universitet bedriver ingen ackrediterad provningsverksamhet. Dock kan flera av dem prova olika egenskaper hos betong. Avsaknaden av ackreditering medför emellertid att de krav som normalt ställs på ett ackrediterat laboratorium gällande kompetens hos provningspersonal, skötsel och kalibrering av laboratorieutrustning, kvalitetssäkring av provningsresultat, medverkan i jämförelseprovningar etc. troligen inte uppfylls fullt ut på högskolor och universitet. Verksamheten är inte i första hand avsedd och dimensionerad för externa tjänster utan för forskningsprojekt. Relevanta provningar som högskolor/universitet kan utföra är enligt följande:

- Chalmers Tekniska Högskola (CTH), Göteborg: tryck, kloridmigration, frys-tö (1-2 skåp) och ASR
- Kungliga Tekniska Högskolan (KTH), Stockholm: tryck
- Högskolan i Borås: tryck
- Lunds Tekniska Högskola (LTH) TH: tryck, frys-tö
- Luleå Tekniska Universitet (LTU): tryck, frys-tö (1 skåp), materialparametrar för temperatursprickberäkningar

## 5 FÖRENKLAD KÄNSLIGHETSANALYS FÖR PROVNINGSMETODER VID INTRODUKTION AV NYA CEMENT

---

Det finns ett antal egenskaper som behöver provas för att godkänna nya betongsammansättningar för olika applikationer. I detta kapitel beskrivs de viktigaste metoderna som kan vara aktuella för utökad provning samt hur enkelt eller svårt det bedöms vara att öka provningskapaciteten vid introduktion av nya cement. Graderingen av risker: liten, medel och hög, i förhållande till frågeställningarna, används som en relativ beskrivning av hur situationen på de ackrediterade laboratorierna kan se ut vid ökat behov av provning av de beskrivna egenskaperna.

Då det är oklart hur en eventuell cementkris kommer att utvecklas är det inte meningsfullt att göra en mer noggrann känslighetsanalys. Det saknas också statistiskt relevanta data för att kunna utföra mer detaljerade analyser.



### Tryckhållfasthet

Tryckhållfasthetsprovning är en viktig och frekvent provningsmetod som används i stor omfattning, såväl ute på betongfabrikerna som i provningslaboratorier. Provkroppar, t.ex. kuber eller cylindrar, utsätts efter en viss tids konditionering för tryckbelastning och tryckhållfastheten mäts därmed. Provningsmetoden kräver bland annat tryckprovningssmaskin, klimatkammare och tempererade vattenlagringskärl. Det bedöms att det med förhållandevis begränsade insatser går att öka provningskapaciteten om behovet skulle öka.

Behovet av provning på ackrediterade provningslaboratorier bedöms inte öka nämnvärt vid en cementkris. Däremot kommer det interna behovet av provningar på betongfabrikerna att öka betydligt.

**Tabell 4: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov av tryckhållfasthet.**

Tryckhållfasthet	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk	X		
Svårighet att utöka kapacitet	X		
Kostnad att utöka kapacitet	X		
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris		X	
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av miljöbetong	X		

### Frost- och salt-frostbeständighet (Frostresistens)

Provning av betong och betongprodukters frostresistens (frost och salt-frostbeständighet) är en frekvent provning. För betong som exponeras för kyla, fukt och salt behöver salt-frostbeständighet påvisas. Provningsmetoden som används är relativt krävande både vad avser utrustning, lokaler som kompetens. Små variationer i den provade betongens egenskaper och i provningsutförandet kan resultera i relativt stora skillnader i provningsresultat.

Provkroppar, oftast utsågade från gjutna kuber eller utborrade cylindrar, konditioneras i klimatrums med specifikt klimat. De utsätts därefter för fryscyklar (+20 °C till -20 °C i 24 timmarscykler). På provkropparnas överytor finns en frysvätska (oftast en saltlösning) och det avlagade materialet som eventuellt uppstår vid frysning mäts för att bedöma den provade betongens frost- eller salt-frostbeständighet. Beroende på syftet med provningen finns ett antal variationer avseende t.ex. konditioneringens längd och klimat, typ av frysvätska, antal fryscyklar mm.

Bedömningen är att detta är en provningsmetod där det finns stor risk för kapacitetsproblem. Eftersom provningen tar lång tid att utföra är det angeläget att extra fokus läggs på att arbeta för att dimensionera provningsresurserna för ett framtida ökat provningsbehov.

**Tabell 5: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov av frost-/salt-frostbeständighet.**

Frost-/salt-frostbeständighet	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk			X
Svårighet att utöka kapacitet		X (liten utökning < 20 %)	X (stor utökning > 50%)
Kostnad att utöka kapacitet		X (liten utökning < 20%)	X (stor utökning > 50%)
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris			X
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av miljöbetong			X

**Tabell 6. Laboratorier ackrediterade för provning av frost- och salt-frostbeständighet och antalet tillgängliga frysar/provplatser samt beläggningsgrad.**

Ackrediterade laboratorier	Antal frysar	Kapacitet för antal provkroppar per testcykeln/samtidigt	Max kapacitet för prover/år vid 56 dagars provning	Max kapacitet för prover/år vid 112 dagars provning	Beläggning löpande (2021)
RISE Borås/Stockholm	20	600	3857	1929	95%
Vattenfall Älvkarleby	32	850	5464	2732	95%
Peab Helsingborg	12	330	2121	1061	95%
C-lab Göteborg	12	330	2121	1061	95%
Betongindustri Stockholm/Linköping	10	280	1800	900	95%
Sydsten Malmö	10	280	1800	900	95%
Cementa Slite	10	280	1800	900	60%
<b>Summa</b>	<b>106</b>	<b>2950</b>	<b>18964</b>	<b>9482</b>	

I tabell 6 redovisas de idag tillgängliga provningsresurserna gällande frost- och salt-frostbeständighet i Sverige.

### Alkalisilikareaktioner (ASR)

Motståndsförmågan mot alkalisilikareaktioner (ASR) gäller främst sten-/grusmaterialet som används i betong men även byte av cement/bindemedel kan innebära behov av ökad provning.

Det finns flera olika provningsmetoder – från okulär bedömning till fysikaliska långtidsmätningar på gjutna provkroppar. Provningstiden varierar från ett par veckor till över ett år beroende på metod.

Okulär bedömning görs av kvalificerade geologer genom analys med hjälp av mikroskop. Fysikaliska mätningar görs på provkroppar av varierande storlek. Provkropparna lagras i speciellt klimat/bad och deras längdändring över tid mäts. Resultatet från längdändringen används för bedömning av risken för skador på grund av ASR.

Krav i den nyligen reviderade standarden SS 137003 kommer att leda till ökat behov av ASR-provning generellt. Eventuellt nya cement på den svenska marknaden kan komma att leda till ytterligare provningar.

**Tabell 7: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov av ASR.**

ASR	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk		X (okulär bedömning)	X (övriga metoder)
Svårighet att utöka kapacitet		X	
Kostnad att utöka kapacitet		X	
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris		X	
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av SS137003			X

### Kloridmigration

För att bedöma motståndsförmågan mot kloridinträngning kan en accelererad metod för mätning av kloridmigrationskoefficient användas. Krav att prova enligt denna metod finns främst inom specifika större anläggningsprojekt.

**Tabell 8: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov av kloridmigration.**

Kloridmigration	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk	X		
Svårighet att utöka kapacitet		X	
Kostnad att utöka kapacitet	X		
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris	X		
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av miljöbetong	X		

*Värmeutveckling hos cement*

I Sverige finns speciella krav när det gäller högsta tillåtna värmeutveckling för cement som används i anläggningskonstruktioner. Endast Cements Research är ackrediterade för denna metod i Sverige. RISE har upparbetade kontakter med ett laboratorium i Tyskland som agerar underleverantör.

Behovet av utökad provning enligt denna metod avgörs av i vilken omfattning det/de nya cement som introduceras i Sverige redan är provade.

**Tabell 9: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov av värmeutveckling.**

Värmeutveckling	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk	X		
Svårighet att utöka kapacitet		X	
Kostnad att utöka kapacitet		X	
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris	X		
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av miljöbetong	X		

### *Sprutbetong – flera olika metoder*

Krav på provning av olika egenskaper hos sprutbetong ställs i anläggningsprojekt, främst tunnelkonstruktioner. Det gäller provning av tryckhållfasthet, böjdraghållfasthet, saltfrostbeständighet, fibermängd mm. Vid stora projekt med omfattande tunnelkonstruktioner kan provningsomfattningen vara betydande, framförallt för den fortlöpande provningen.

Vid ett eventuellt byte av cement kan behovet av framför allt förprovning bli omfattande under en inledande period. Vattenfall och RISE har provningsresurser inom detta område

**Tabell 10: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov av sprutbetong.**

	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk		X	
Svårighet att utöka kapacitet		X	
Kostnad att utöka kapacitet		X	
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris		X	
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av miljöbetong	X		

### *Brand*

Krav på brandprovning ställs framför allt i anläggningsprojekt, främst tunnelkonstruktioner. Det finns olika typer av brandprovningar (motstånd mot spjälkning) - från tidskrävande provning av stora belastade element till mindre provningar. Provningsutförandet är ofta projektspecifikt och kan variera från projekt till projekt. Gemensamt är dock att det är tidskrävande provning då provkroppar normalt måste konditioneras i specifikt klimat under minst 3 månader innan brandprovningen kan genomföras. Provningsresurserna i Sverige är begränsade till RISE laboratorium i Borås. RISE har även ett brandlaboratorium i Norge som kan användas. I Danmark har DBI och i Finland VTT liknande resurser.

Det finns krav även inom husbyggnadssidan men det behövs oftast inte någon provning utan hänvisning görs till betongeurokoden för brand (SS-EN 1992-1-2).

Det är oklart hur ett cementbyte skulle påverka provningsbehovet. Det är upp till varje enskilt projekt att avgöra behovet av nya brandtester. Rimligen kommer det att i viss mån behövas kompletterande provningar.

**Tabell 10: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov av brand.**

Brand	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk			X
Svårighet att utöka kapacitet			X
Kostnad att utöka kapacitet			X
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris		X beroende på krav i projekt	X beroende på krav i projekt
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av Miljöbetong	X		

*Temperatursprickor*

Krav på beräkning av risk för temperatursprickor förekommer i AMA Anläggning. För att kunna utföra beräkningarna krävs att det finns experimentellt framtagna materialdata, t.ex. data gällande mognadsutveckling och hållfasthetsutveckling, utveckling av E-modul och draghållfasthet, värmeutveckling, krympning och krypning, utveckling av temperaturutvidgningskoefficient samt spänningsuppbyggnad i en "temperaturspänningsrigg". Detta krävs för aktuella betongsammansättningar. Introduktion av ett eller flera nya cement skulle innebära ett stort behov av tester för att bestämma dessa materialdata. Idag utförs dessa provningar utan ackreditering hos ett tekniskt universitet och resurserna för att utföra provningarna är begränsade.

**Tabell 10: Förenklad känslighetsanalys för ökat provningsbehov gällande framtagning av materialdata för beräkning av risk för temperatursprickor.**

Temperatursprickor	Liten	Medel	Hög
Tidskritisk			X
Svårighet att utöka kapacitet			X
Kostnad att utöka kapacitet			X
Risk för kapacitetsproblem pga. cementkris			X
Risk för kapacitetsproblem pga. införande av miljöbetong			X

Utifrån den förenklade känslighetsanalysen är det tydligt att provning av betongs salt-frostbeständighet och bestämning av materialparametrar för att kunna beräkna risken för temperatursprikor är de mest kritiska provningarna för snabb implementering av nya cement och betong på marknaden. Det finns ett antal andra provningsmetoder som kan hindra en snabb implementering av nya cement. Detta är främst metoder kopplade till krav i enskilda projekt oftast anläggningsprojekt, t.ex. brandspjälkning, beständighetsprovningar så som kloridmigration och karbonatisering, diverse sprutbetongprovningar etc. men även materialprovningar så som ASR. Vissa metoder utförs enbart av ett eller ett fåtal ackrediterade laboratorier vilket kan medföra långa väntetider. Här görs emellertid bedömningen att i förhållande till det ökande behovet av provning som förutses för salt-frostbeständighet och bestämning av materialparametrar för att kunna beräkna risken för temperatursprikor kommer eventuellt ökat provningsbehov inom övriga områden att kunna hanteras inom samma tidsram.

## 6 UPPSKATTNING AV DET UTÖKADE BEHOVET AV PROVNING AV CEMENT OCH BETONG VID CEMENTBYTE

---

### 6.1 INFORMATIONSSINSAMLING FRÅN INTERVJUER

Information har främst inhämtats genom intervjuer och skriftlig korrespondens med branschföreträdare med god insyn i olika frågor relevanta för utredningen. Intervjuer har genomförts med fabriksbetongtillverkare, tillverkare av förtillverkade betongelement, betongvarutillverkare, tillsatsmedelstillverkare, certifieringsorgan, byggentreprenörer och myndigheter. Såväl små som stora företag har beaktats vid intervjuerna. På grund av att frågor kring materialförsörjning, strategier gällande produktportfölj och framtagning av nya betongsammansättningar/produkter inte gärna delas med konkurrenter inom branschen redovisas här den mer generella information som delgivits utredningen. Vi vill dock poängtera att alla företag och personer som deltagit i intervjuer eller på annat sätt delgivit information i utredningen har varit mycket öppna och hjälpsamma. Utan denna öppenhet skulle utredningen varit mycket svår att genomföra. Ett stort tack riktas till alla som bidragit med insikter och värdefull information.

Nedan redovisas några generella slutsatser utifrån den information som inhämtats:

- Den allmänna bilden som framkommer i intervjuerna är att effekterna av en cementkris är svåra att förutsäga. Det beror helt på vilka förutsättningarna blir. Tillgång över tid till tillräcklig mängd av de cementtyper det finns behov av och en lång tid för intrimning av betongproduktion och provning är avgörande. Oavsett, innebär ett byte av en eller flera cementtyper ett stort internt arbete med framtagning av nya betongsammansättningar, intrimning med övriga delmaterial, provning av den färska betongens egenskaper, provning av hållfasthet och hållfasthetsutveckling mm.

Behovet av provning hos externa ackrediterade laboratorier finns också, men hur detta behov kommer att förändras som ett resultat av en cementkris är det få utav de intervjuade parterna som analyserat. De betongleverantörer som intervjuats och som har tillgång till ett ackrediterat laboratorium inom företaget förväntar sig att det interna laboratoriet kommer att ta hand om den ökning som eventuellt uppkommer. Det som tydligt framkommer är att behovet av extern provning huvudsakligen finns inom produktion av betong för anläggningsbyggande. För betong till husbyggnad förväntas inte något stort ökat behov av extern provning.

- Intervjuerna visar att det finns en tydlig oro inom branschen för vad en eventuell cementkris skulle innebära. Osäkerheten om hur en cementkris skulle utvecklas är dock så stor att det är svårt att förutse omfattningen och att vidta förebyggande åtgärder. Att det inom branschen söks efter alternativa cementleverantörer är naturligt, men av vad som framkommer är det en stor utmaning. Viss provning av alternativa cementsorter har inletts, men av allt att döma i en begränsad omfattning.
- Det finns en generell utveckling mot att betongtillverkarna i allt större utsträckning erbjuder och levererar så kallade klimatoptimerade betongsammansättningar där en del av kalkstensklinkern ersatts med alternativa bindemedel, som flygaska eller granulerad masugnsslagg. Detta gäller främst inom husbyggandet i vid bemärkelse men blir också alltmer aktuellt inom anläggningsbyggandet. Den nya utgåvan av SS 137003 medger ökade möjligheter att använda klimatoptimerade betongsammansättningar med mer än 20% alternativa bindemedel i anläggningskonstruktioner. Detta medför emellertid en ökad mängd förprovning och fortlöpande provning, framför allt gällande salt-frostbeständighet. Hur stor och snabb denna ökning blir beror på i vilken takt dessa betongsammansättningar introduceras på marknaden. Det i sin tur beror på hur efterfrågan utvecklas och att det finns tillräcklig tillgång på alternativa bindemedel. Det är framför allt efterfrågan från stora ägare till anläggningskonstruktioner, t.ex. Trafikverket, som kommer att avgöra utvecklingen. Denna utveckling har inte specifikt med frågan om introduktion av nya cement att göra men kommer oavsett att leda till ökat behov av provning. Tillsammans med en situation där nya cement skall introduceras på marknaden bedöms behovet av provning bli mycket stort.
- Antalet förprovade betongsammansättningar med avseende på salt-frostbeständighet varierar beroende på lokala förutsättningar. Stora betongtillverkare i områden med stort anläggningsbyggande har flera förprovade sammansättningar och mindre betongtillverkare i områden med få anläggningsprojekt har färre. Från ett par upp till ca tio förprovade betongsammansättningar rapporteras. En modellfabrik skulle kunna karakteriseras av förprovning av tre sammansättningar med olika ballast-graderingar, eventuellt två bindemedelskombinationer, eventuellt någon extra betong med annat vct (vattencementtal) samt någon specialbetong, tex självkompakterande betong. Baserat på den information som framkommit i intervjuerna har ett antagande om en svensk modellfabrik gjorts med sex förprovade betongsammansättningar med avseende på salt-frostbeständighet, se kap. 6.2.
- Historiskt har introduktion av nya cementsorter skett med relativt god framförhållning där den nya produkten gradvis introducerats på betongfabriker runt om i Sverige. Det finns också en förväntan om att cementleverantören skall vara behjälplig med diverse



provningar för att underlätta ett byte av cement. Detta är ett frågetecken i en situation där nya cementleverantörer som inte idag är aktiva på den svenska marknaden kan komma att leverera cement. Vilken hjälp kan den/dessa nya cementleverantörer erbjuda betongtillverkarna? De företag som tillhandahåller tillsatsmedel (flytmedel, luftporbildare, acceleratorer mm) har också en viktig roll vid introduktion av nya cement. Tillsatsmedlen måste fungera med de nya cementsorterna och här krävs provning och intrimning i produktionen. Behovet av hjälp med provning och intrimning av produktionen bedöms vara speciellt stor för de mindre betongtillverkare som inte har egna provningsresurser och begränsat med resurser för att genomföra det arbete som krävs vid cementbyte.

- De provningsmetoder som nämns som mest kritiska med avseende på den situation som kan uppstå vid introduktion av ny cement är provning av salt-frostbeständighet (SS 137244 – Avflagnig vid frysning) och bestämning av materialparametrar för att kunna utföra temperatursprickberäkningar. I specifika projekt kan det också finnas behov av brandprovningar. För projekt där sprutbetong används behöver förprovningen förnyas. Projekt kan också ha krav på specifika beständighets-egenskaper, som motstånd mot kloridinträngning och karbonatisering. Den enskilda provningsmetod som i stort sett alla intervjuade parter tar upp som potentiell flaskhals är provning av salt-frostbeständighet. I kap. 6.2 redovisas en bedömning av hur provningsbehovet för denna provningsmetod kan tänkas utvecklas som ett resultat av ett byte av cement. Det skall noteras att den underliggande utvecklingen mot klimatförbättrad betong och förändringar i nya utgåvan av SS 137003 kommer att leda till ett betydligt större behov av frostprovningar oavsett om en cementkris inträffar eller ej. I samtal med representanter för provningslaboratorierna har de flesta sagt sig ha möjlighet att öka kapaciteten med upp till ca 20% (i ett fall upp till 50% för ett mindre laboratorium) genom införskaffande av fler frostprovningsskåp.
- För betongtillverkare som producerar betongvaror, t.ex. betongrör, marksten, kantstöd etc. med jordfuktig betong och där produktens egenskaper inte kan bestämmas i förväg genom blandning och tillverkning i laboratorium krävs fullskalig tillverkning i fabrik för att ta fram prover som kan testas. Detta faktum gör ett byte av cement mer komplicerat, då fullskalig tillverkning krävs för att tillverka provföremål som skall provas.
- Vid byte av cement är det inte bara externa betongprovningar som kommer att efterfrågas. Den möjlighet som EPCC medger gör att även dessa provningar på cement och alternativa bindemedel behöver utföras. Berörda betongleverantörer poängterar nödvändigheten av att detta kan göras skyndsamt om behov uppstår annars riskeras att den positiva utvecklingen mot allt större användning av klimatoptimerad betong fördröjs.
- Vid intervju med representanter från Trafikverket är bedömningen att Trafikverket inte kommer att göra några generella avsteg från de krav på provning och kvalitetssäkring som gäller idag. Byggnadsverk som Trafikverket ansvarar för dimensioneras för lång livslängd och då är kvalitetskontrollen viktig. Om avsteg blir aktuella kommer de troligen att beslutas på projektnivå - projekt för projekt.

- För vissa betongprodukter och i vissa projekt kan det finnas krav på att slutprodukten skall ha en viss kulör. Detta upplevs som en utmaning i händelse av cementbyte, då olika cementfabrikat kan ge olika färgnyanser.
- I det fall det saknas kapacitet gällande t.ex. frostprovning nämner några tillverkare möjligheten att komma överens med kunden om att leverera betong som inte är provad fullt ut. Detta kräver kundaccept och är ett risktagande för betongtillverkaren. Det kan också leda till ett mindre effektivt nyttjande av ingående delmaterial då tillverkarna, för att vara på säkra sidan och minimera risken, inte kan optimera betongsammansättningen. De kan till exempel använda mer cement och tillsatsmedel än vad som annars är brukligt.
- Det finns en tydlig utveckling mot en ökad efterfrågan på produkter med lägre klimatpåverkan, det vill säga nya bindemedelskombinationer och bättre optimerade betongsammansättningar. Ju mer optimerade betongsammansättningarna blir desto känsligare blir de för variationer vid produktion och leverans (t.ex. avseende variationer hos egenskaperna i de ingående delmaterialen, temperatur, transporttid mm). Detta leder till större risk för problem vid gjutningar på byggarbetsplatsen, t.ex. oönskade konsistenstapp, som i sin tur kan leda till ett ökat provningsbehov för att verifiera egenskaperna i färdig konstruktion. Det rapporteras alltså att det kan ske en utveckling mot ett ökat behov av provning på byggarbetsplatserna i samband med leverans och gjutning och för kontroll av färdig konstruktion.
- Vid en cementkris som resulterar i behov av omfattande import av cement från länder utanför EU (t.ex. Kina eller Turkiet) är det rimligt att anta att den importerade cementen har ett högre koldioxidavtryck jämfört med det cement som produceras i Sverige eller importeras från närliggande länder i Europa (bland annat på grund av långa transporter och eventuellt mindre gynnsam bränsleblandning vid förbränning av kalksten jämfört med de cementsorter som finns idag på den svenska marknaden). Strävan efter så lågt koldioxidavtryck som möjligt på betongen kan komma att innebära ett ännu större tryck på att optimera betongen (med så lågt innehåll av portlandklinker som möjligt) vilket kan leda till ännu känsligare betongsammansättningar med ökad provning som följd. I vissa byggkontrakt rapporteras att det utlovas ett maximalt koldioxidavtryck i levererad betong. Ändras ingående delmaterial förändras förutsättningarna med eventuellt behov av ytterligare materialoptimering.
- Det finns en utveckling mot ökade krav på återanvändning och återbruk av material och produkter. Detta kommer att leda till ökat provningsbehov för att verifiera egenskaper och en mer omfattande kvalitetsövervakning och certifieringsprocess för att säkerställa hållfasthet, bärförmåga och andra viktiga egenskaper. Eventuellt krävs också utveckling av nya provningsmetoder för olika material och konstruktionstyper.
- I intervjuerna framkommer att utvecklingen nu går snabbt inom en mängd områden och att satsning på kunskapsuppbyggnad och utbildning är av stor vikt.

## 6.2 SCENARIER FÖR FÖRÄNDRING AV PROVNINGSBEHOV VID INTRODUKTION AV MILJÖBETONG SAMT ÖVERGÅNG TILL NYA CEMENT

Syftet med denna analys är att undersöka hur provningsbehovet kommer att förändras vid introduktion av nya cement samtidigt som det sker en utveckling mot betong med bättre klimatprofil, miljöbetong.

Det finns ca 100 betongproducenter som förfogar över 341 betongfabriker i Sverige. Några få betongproducenter är stora med upp till 50 egna produktionsställen. Antal recept på olika betongsammansättningar per fabrik varierar men uppgår ofta till flera tiotal. De betongsammansättningar som tagits fram för att kunna användas i exponeringsklass XF4 (utomhus med tillgång till fukt och salt) behöver förprovas med avseende på salt-frostbeständighet. Antalet förprovade betongsammansättningar uppgår till mellan några få upp till ca 10 per betongfabrik.

För att kunna göra analysen har en svensk genomsnittlig "modellfabrik" antagits. Utifrån intervjuer gjorda med betongproducenter har det antagits att en modellfabrik tillhandahåller sex betongsammansättningar som är förprovade med avseende på salt-frostbeständighet till marknaden. Analysen för den enskilda modellfabriken används vidare för att prognosticera behovet av ökad provning i Sverige som helhet. Prognoserna är framtagna med olika tidsaspekter: för ett helår och per månad de första 18 månaderna.

I analysen som presenteras i detta avsnitt har följande antaganden gjorts:

- En modellfabrik skall vara representativ för ett genomsnitt av betongfabriker i Sverige. I verkligheten finns det sannolikt fabriker som inte har några förprovade betongsammansättningar alls med avseende på salt-frostbeständighet men det finns också de som har betydligt fler.
- Modellfabriken tillverkar fabriksbetong eller förtillverkade element
- Modellfabriken har i dagsläget 6 betongblandningar som salt-frostprovas kontinuerligt
- För betongblandningar förnyas förprovningen med avseende på salt-frostbeständighet normalt vart tredje år på grund av förändringar i delmaterialen
- Vid införande av miljöbetong kvarstår alla ordinära betonger under några år (för pågående äldre projekt krävs fortsatt tillverkning), vilka på längre sikt troligtvis avvecklas
- Det förutsätts att förprovningar får godkända resultat och inte behöver göras om
- 75 % av modellfabrikerna har cement som måste bytas vid en cementkris, och då måste alla dessa modellfabrikers blandningar för salt-frostmiljö förprovas på nytt
- Andelen förprov/fortlöpande prov utgör 50 % av den totala provningen av salt-frostbeständighet på svenska betonglaboratorier
- Vid en cementkris finns nu använda och ny cement tillgängliga parallellt under en implementeringsfas. De betongsammansättningar som använder nu befintliga cement fasas successivt ut allt eftersom betongsammansättningar med det nya cementet genomgår förprovning och blir godkänt.

Implementeringen av SS 137003:2021 ger möjlighet att öka användning av miljöbetong i Sverige men ökar också behovet av provningskapaciteten eftersom kravet på förprovning och kontinuerlig provning under produktion av betong ökar då mer än 20 % alternativa bindemedel används. Anledningen till det ökade provningsbehovet för dessa betong-sammansättningar med högre halt av alternativa bindemedel än 20 % är att det har funnits farhågor om att de alternativa bindemedlen kan ha en negativ inverkan på betongens salt-frostbeständighet. I tabell 11 visas schematiskt hur för- och fortlöpande provning genomförs enligt SS 137003 för ordinär betong och miljöbetong.

**Tabell 11: För- och fortlöpande provning av frostbeständighet enl. SS137003, antal provkroppar och tid i frostprovningsskåp.**

	Månad													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
<b>Ordinär betong</b>	Förpr 4 provkr.		Start fortlöp.: 1 provkropp per månad  Provning pågår 2 mån									Start fortlöp : 1 provkr  Pågår 2 mån		o.s.v. var 6:e månad
<b>Miljöbetong</b>	Förprov 8 provkroppar				Start fortlöpande 1 provkropp per månad,  Provning pågår 2 mån								o.s.v. varje månad	



**Diagram 1: Förändring av provningsbehov per år beroende av ett gradvis införande av miljöbetong och en gradvis utfasning av ordinära betongrecept.**

I diagram 1 visas hur mycket för- och fortlöpande provning av salt-frostbeständigheten ökar för en modellfabrik vid ett successivt införande av miljöbetong (utan cementkris).

Genom att införa en enda miljöbetong till sex ordinarie betongrecept kommer fabriken årliga behov av salt-frostprovning att fördubblas. Ett tillägg med 3 miljöbetongrecept ger en tredubbling. Kan samtidigt som tre miljöbetongrecept introduceras tre ordinära betongrecept avvecklas ska 2,5 gånger så mycket provning som idag genomföras.

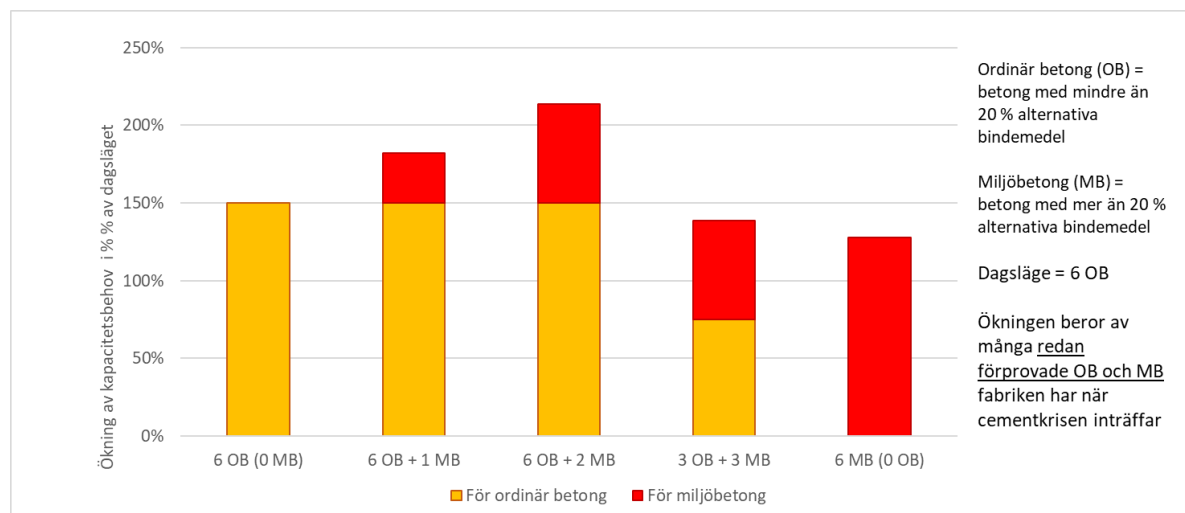
Förprovning/fortlöpande provning av salt-frostbeständighet krävs för betong som används i miljöer med frost och salt, t.ex. i marin miljö och där tö-saltning förekommer. För att skala upp resultatet från modellfabriken och se vad det betyder för den tillgängliga provningskapaciteten i Sverige behöver ett par antaganden göras. För det första behöver man uppskatta hur stor andel av de salt-frostprovningar som genomförs som utgörs av just för- och fortlöpande provning för betong- och elementtillverkning. Detta berör både introduktion av miljöbetong och en eventuell cementkris. Exempel på övrig salt-frostprovning är provning av provkroppar uttagna ur färdig konstruktion för att kontrollera utförandet (enligt AMA Anläggning), kontinuerlig provning av sprutbetong under byggprocessen och provning som utförs inom forsknings- och utvecklingsprojekt. Dessa övriga provningar påverkas inte i någon större grad av varken införande av miljöbetong eller effekterna av en cementkris. I vissa fall fås en indirekt inverkan av om det är fråga om miljöbetong eller om det uppstår en cementkris. Det kan vara fråga om t.ex. provning av olika tillsatsmedels effekt och påverkan, optimering av betongsammansättningar och provning av byggvaror avsedda för salt-frostmiljöer (oftast enbart förprovning). I det fall en cementkris leder till att helt nya cementsorter introduceras på svenska marknaden kan det även finnas behov av en viss ökning av provning i forskningssyfte.

Baserat på intervjuresultat utgörs ungefär hälften av alla salt-frostprovningar som utförs av de ackrediterade laboratorierna av för- och fortlöpande provningar. Detta ger att om man ser på ökningen av kapacitetsbehovet sett över ett år för betongproduktionen i Sverige som helhet så halveras siffrorna i diagram 1 för introduktion av miljöbetong. (Se även grön del av staplarna i diagram 3).

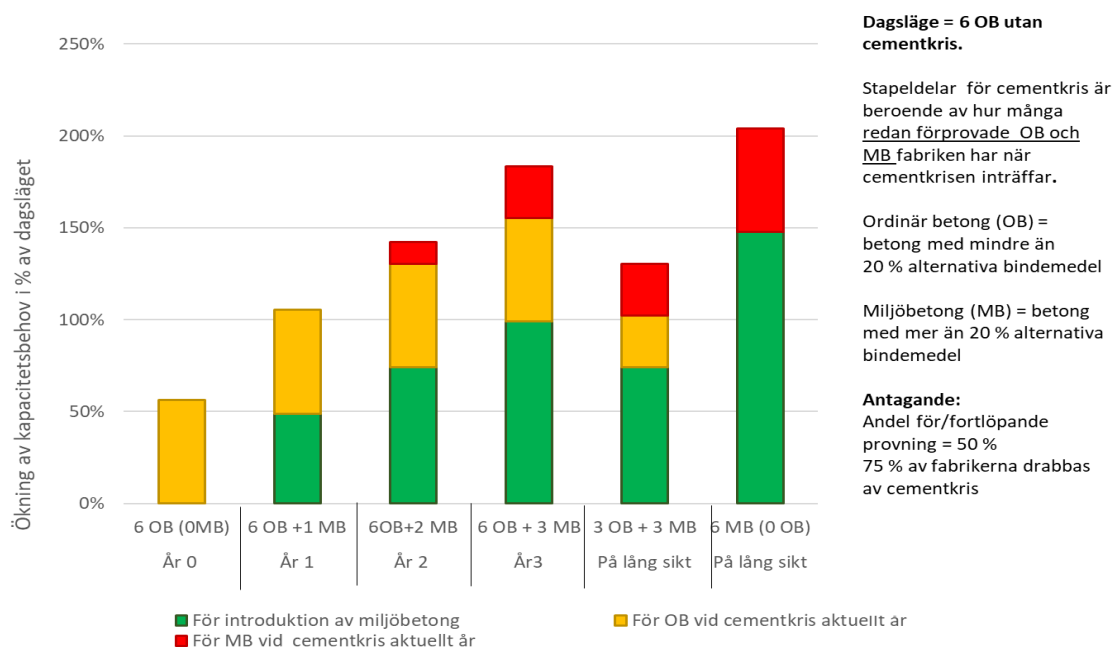
Vad händer då om det inträffar en cementkris som gör att samtliga cement i förprovade betongrecept för salt-frostmiljö måste bytas ut? För en modellfabrik som måste byta cement beror behovet av ökad provning på hur många olika förprovade betongsammansättningar (ordinär betong och miljöbetong) fabriken har när cementkrisen inträffar. Diagram 2 visar hur provningsbehovet vid en cementkris ökar, som funktion av antal och typ av redan förprovade betongrecept för en modellfabrik. Det har här förutsatts att det inte sker dubbel provning, för introduktion av en miljöbetong och för cementkris av samma betong under samma år.

I det fall fabriken endast har betongsammansättningar av ordinär betong ökar provningsbehovet med 150 % per år för en drabbad fabrik. I det fall fabriken har introducerat en miljöbetong som är förprovad ökar provningsbehovet med ytterligare ca 40 %. Till detta ska läggas den ökning som fås av introduktionen av miljöbetongen.

Det andra antagandet för att få fram siffror för hela landet gäller hur många betongrecept som måste omprovas vid en eventuell cementkris. Eftersom Slite svarar för ca 75 % av produktionen har denna siffra använts. För att uppskatta hur cementkrisen kommer att påverka provningskapaciteten i landet som helhet så utnyttjas dels faktorn 0,5 som är antagandet om andel för- och fortlöpande provningar och dels antagandet om att 75 % av det cement som används till anläggningskonstruktioner i Sverige måste bytas. Värdena i figuren kan alltså multipliceras med faktorn  $0,5 \cdot 0,75 = 0,375$  för att uppskatta ökningen i landet.



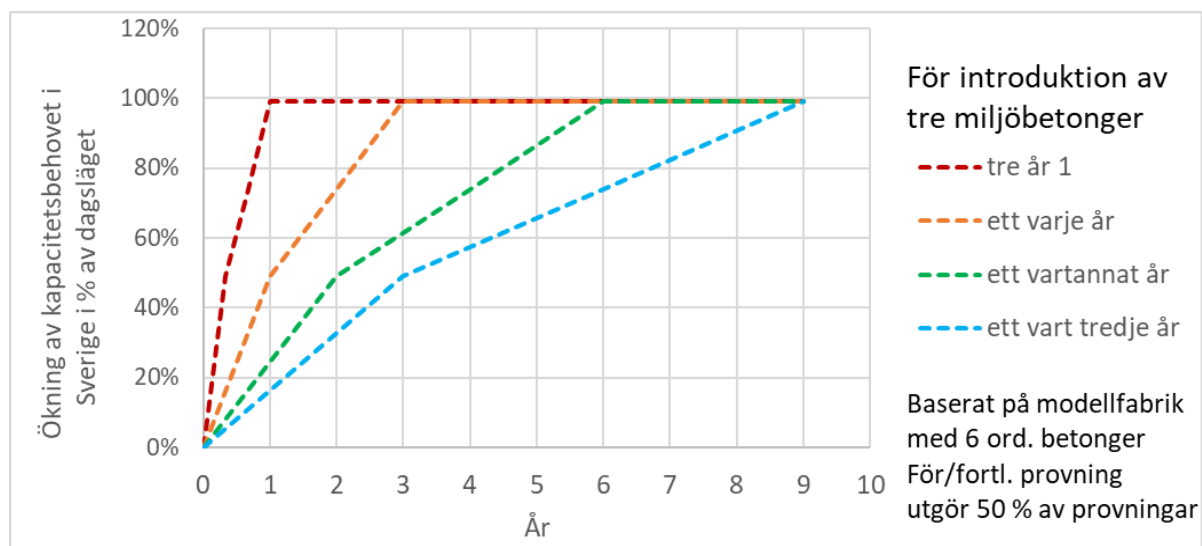
**Diagram 2: Förändring av provningsbehov per år för en modellfabrik som måste byta cement i alla sina salt-frostblandningar, beroende hur många förprovade recept på miljöbetong och ordinär betong en fabrik har när bytet sker.**



**Diagram 3: Förändring av provningsbehov per år för landet som helhet på grund av introduktion av miljöbetongrecept (grön stapeldel) och för cementbyte på grund av en cementkris, beroende på antal förprovade ordinära betongrecept och miljöbetongrecept.**

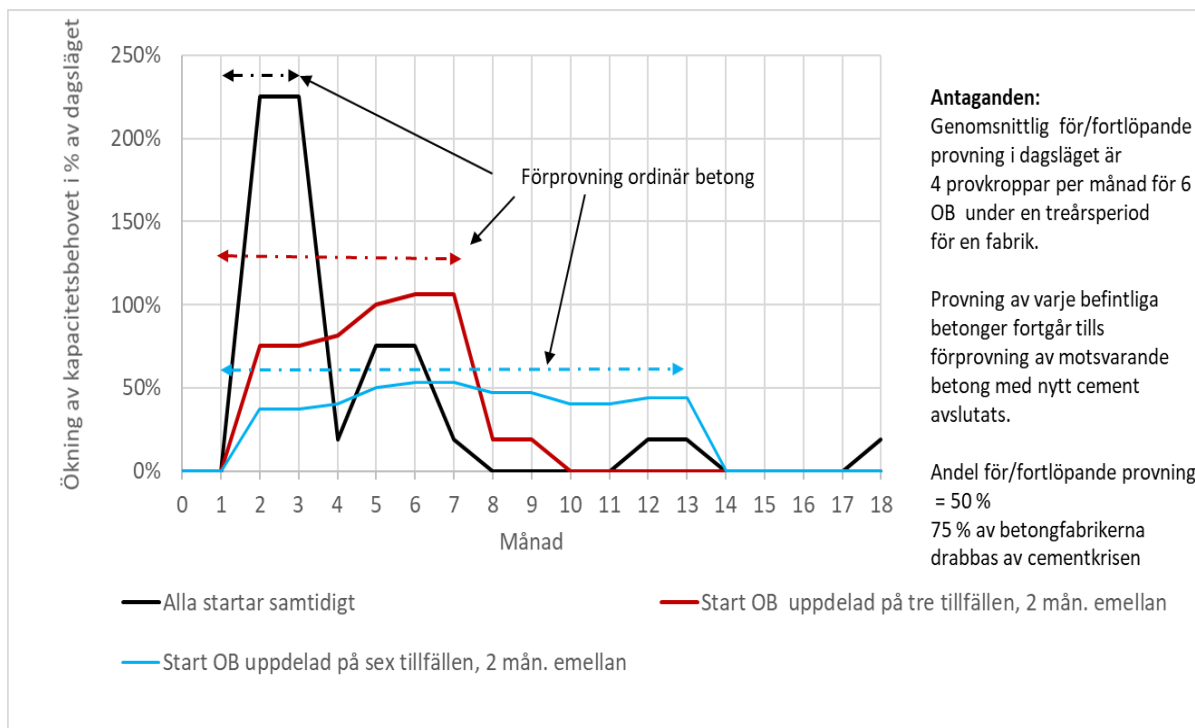
I diagram 3 har påverkan på provningsbehovet i landet som helhet för både införande av miljöbetong och en eventuell cementkris samordnats. Observera att cementkrisen bara antas inträffa vid ett av dessa tillfällen.

I diagram 2 och 3 har det antagits att man introducerar en miljöbetong per år på modellfabriken. I diagram 4 visas hur stort behovet av provningskapacitet blir vid olika tidpunkter om introduktionen av miljöbetong görs snabbare eller långsammare.



**Diagram 4: Ökning av provningsbehovet i Sverige som helhet med tiden för introduktion av tre miljöbetongrecept vid olika hastighet på införandet.**

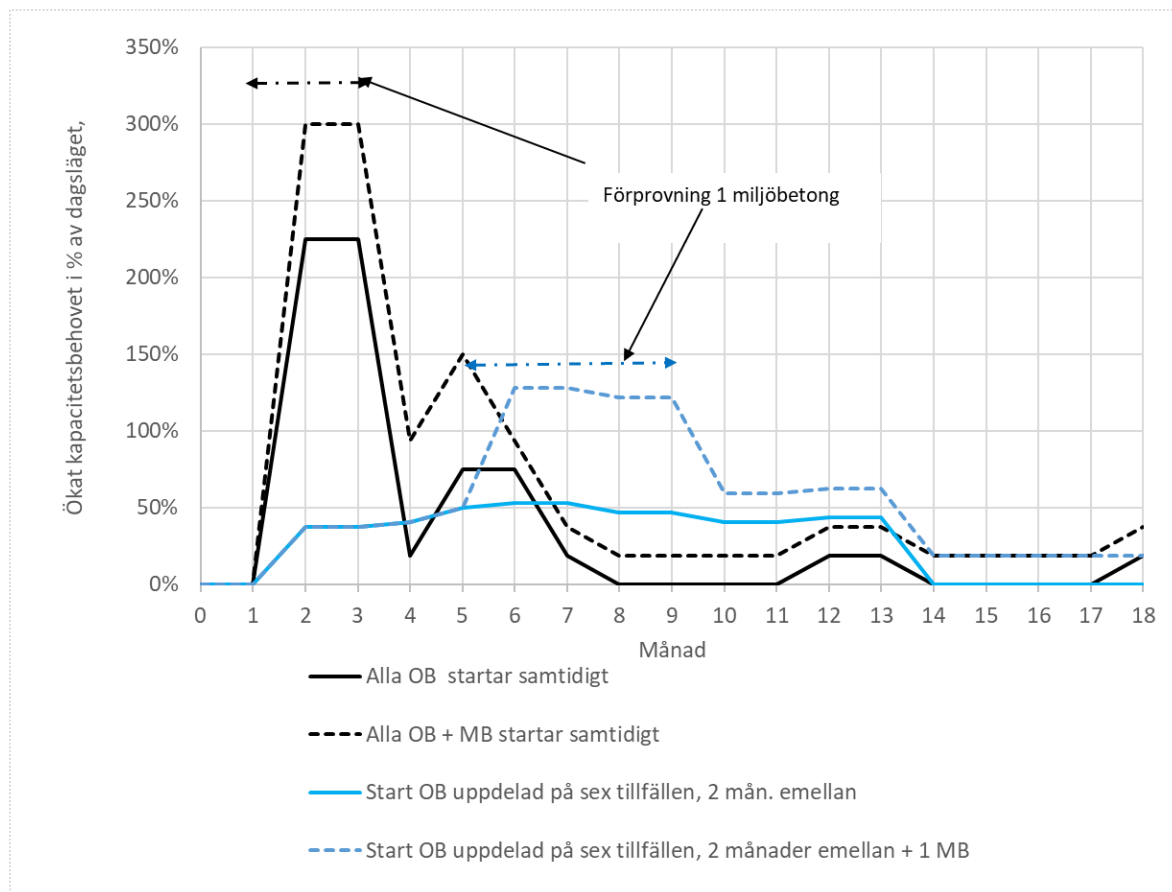
I diagram 3 har beräkningen baserats på den årliga ökningen, alltså som ett medelvärde över ett år. Men provningsintensiteten vid salt-frostprovning av en viss betong är inte jämnt fördelad över året vilket framgår av tabell 11. I ett inledande skede sker förprovningen på flera provkroppar samtidigt och därefter glesas provningsintensiteten ut tills det är dags för nästa förprovning (om i genomsnitt tre år). Utgående från den verkliga fördelningen över året enligt tabell 11 har ökningen av behovet av provningskapacitet beräknats per månad under de första 18 månaderna efter ett cementbyte. Denna beräkning har gjorts med utgångspunkt från modellfabriken med tre alternativa antaganden; alternativ 1 - att alla förprovningar startar samtidigt, alternativ 2 - att start delas upp på tre tillfällen med två månaders mellanrum och alternativ 3 - att start delas upp på sex tillfällen med 2 månaders mellanrum. Vid denna beräkning har det antagits att alla förprovningar resulterar i godkända resultat och inte behöver göras om, samt att varje gammalt betongrecept provas fortlöpande tills förprovningen för den betong som ska ersätta den gamla betongen har slutförts.



**Diagram 5: Behov av provningskapacitet för byte av cement för landet som helhet med bara ordinära betonger, beroende på hur snabbt provningarna kan startas. Beräknat utgående från modellfabriken.**

Resultatet som presenteras i diagram 5 visar att det under korta perioder kan komma att behövas en provningskapacitet som är drygt 3 gånger så stor som idag (ökning med över 200 %) sett till den totala provningskapacitet som finns i Sverige gällande provning av saltfrostbeständighet. I det fall miljöbetong har hunnit introduceras innan en cementkris inträffar ökar provningsbehovet ytterligare. Tillkommer endast en förprovad miljöbetong som ska förprovras igen på grund av cementbyte så ökar behovet av provningskapacitet ytterligare under perioder med totalt ca 300 % (4 ggr), se diagram 6.





**Diagram 6: Behov av provningskapacitet för byte av cement för landet som helhet vid ökning med en miljöbetong, beroende på hur snabbt provningarna kan startas. Beräknat utgående från modellfabriken.**

Ovanstående analys är utförd med antaganden som inte bedöms överskatta provningsbehovet, se analysen i Tabell 12 nedan. Till exempel förutsätts att alla förprover blir godkända och inte behöver göras om och en relativt långsam introduktion av miljöbetong.

I denna analys har två huvudsakliga orsaker till ett ökat provningsbehov gällande förprovning med avseende på salt-frostbeständighet beaktats. Det gäller dels effekterna av en cementkris och dels att efterfrågan på byggprodukter med lägre koldioxidavtryck ökar. Det senare kommer att leda till en implementering av miljöbetong i Sverige (mer än 20 % av kalkstensklinkern i cementet är ersatt med alternativa bindemedel så som masugnsslagg eller flygaska). Provningsbehovet till anläggningsprojekt är mer omfattande jämfört med mer välbeprövad konventionell betong. Analysen visar att provningskapaciteten behöver öka med ca 50 % för att klara det provningsbehov (sett över ett helt år) som uppkommer vid introduktion av *en* miljöbetong på samtliga fabriker i Sverige och med 100 % vid introduktion av *tre* miljöbetongrecept (samtliga ordinära betongrecept kvarstår). Efterfrågan på provning kan variera över året vilket periodvis kan ge behov till ännu större provningskapacitet.

I tillägg till det ökade behovet på grund av introduktion av miljöbetong kommer en cementkris att innebära ökat behov av provning. Befintliga förprovade betongsamman-

sättningar måste provas på nytt med för fabriken nya cement. Utbyte av cement, med förutsättning att det gamla cementet finns kvar under en övergångstid, leder till en ökning av provningsbehovet gällande salt-frostbeständighet i landet som helhet med drygt 50 % under det första året. Vid samtidig introduktion av en miljöbetong ökar provningsbehovet med drygt 100 % för betong till anläggningsprojekt. En cementkris kan emellertid innebära att provningsbehovet blir avsevärt mycket högre under korta perioder, upp mot en ökning med över 200 % utan miljöbetong och 300 % med en miljöbetong.

För den enskilda fabriken ökar provningsbehovet med 150 % eller mer sett över ett helt år beroende på om fabriken har förprovad miljöbetong eller ej.

I en situation där befintliga cement inte finns tillgängliga under en övergångstid vid byte av cement, krävs under en kortare tid en över 3 gånger så stor provningskapacitet (salt-frostbeständighet) jämfört med idag. Vid detta scenario är risken stor att det uppstår avbrott i leveranser av betong till anläggningsprojekt. Det tar minst 3 månader (plus tid för intrimning hos betongtillverkare) innan den första godkända betongen med för fabriken nytt cement kan levereras. Detta förutsätter att cementet är CE-märkt och uppfyller svenska krav. Stora störningar i betongleveranser till anläggningsprojekt kan uppstå under minst ett år eller längre. Om fler efterföljande cementbyten görs uppstår ytterligare fördröjningar. En kontinuerlig tillgång på samma cement över tid är avgörande, speciellt inom anläggningsbyggandet. Samma cement måste finnas tillgängliga i önskad mängd, vid önskad tid och under lång tid (flera år). Vid varje cementbyte börjar processen om och provningar måste göras på nytt.

I en situation där nu använda cement finns tillgängliga under en övergångstid kan förprovningar spridas ut över en längre tidsperiod vilket minskar de kortvariga mycket höga behoven av provningskapacitet. Analysen visar att en dubbling av provningskapaciteten bedöms vara tillräcklig om övergångstiden är minst ett och ett halvt år. Detta förutsätter dock en noggrann planering och samordning av nyttjandet av provningsresurserna. För anpassning av provningskapaciteten inom kritiska provningsområden krävs ytterligare minst ett år för planering och genomförande. Alltså krävs totalt minst två och ett halvt år från det att beslut tagits om att öka provningskapaciteten och hur detta skall genomföras och finansieras för att byte till nya cement skall kunna göras på ett rimligt kontrollerat sätt med avseende på behovet av extern provning.

### **6.3 KÄNSLIGHETSANALYS FÖR INVERKAN AV VARIATIONER I GJORDA ANTAGANDEN**

I ovanstående analys av hur provningsbehovet kommer att ändras vid introduktion av miljöbetong och i händelse av att en cementkris inträffar har ett antal antaganden gjorts som har betydelse för utfallet av analysen. I tabell 12 redovisas en känslighetsanalys för variationer i tre viktiga antaganden:

1. En genomsnittlig svensk modellfabrik har 6 st förprovade betongblandningar
2. 75 % av modellfabrikerna har cement som måste bytas vid en cementkris
3. Andelen förprov/fortlöpande prov utgör 50 % av den totala provningen av salt-frostbeständighet

I intervjuerna framkom att antalet förprovade betongblandningar med avseende på salt-frostbeständighet varierar en hel del mellan olika fabriker, från ett fåtal upp till ca 10, med ett snitt på ca 6 st vilket valdes för modellfabriken (rad 1 i tabell 12). I det fall snittet i verkligheten är lägre, t.ex. 4 st betongblandningar (rad 8) ökar behovet av provning relativt mycket i fallet då miljöbetong introduceras. För fallet cementkris visar tabellen däremot att det har mindre betydelse hur många förprovade betongblandningar som fabrikena har.

Vid en cementkris som grundar sig i att cementproduktionen i Slite stoppas behöver cement därifrån ersättas med annat cement. Cementproduktionen i Slite svarar för en stor andel av det cement som används till betong för anläggningsbyggande. Det är just denna betong som förprovas med avseende på salt-frostbeständighet. I analysen har det antagits att cementproduktionen från Slite står för 75 % av det cement som används till anläggningsbyggandet i Sverige idag. Detta antagande har inte någon betydelse för analysen av vad introduktion av miljöbetong skulle innebära, däremot har det betydelse för effekten av en cementkris. I det fall Slitecementets andel är högre än 75 % kommer provningsbehovet att öka mer än vad som framkommit i analysen (jämför rad 1 med 5, 6 och 7 som alla representerar en högre andel).

I samtal med de ackrediterade laboratorierna framkom det att det finns en variation mellan vilka olika provningsuppdrag de olika laboratorierna har. Någon har stor andel för/fortlöpande provning andra har större andel provning av sprutbetong eller utborrade från konstruktion. I analysen antogs att i snitt hälften av all frostprovning utgörs av för/fortlöpande provning. Känslighetsanalysen i tabell 12 visar att en variation i andelen för/fortlöpande provning påverkar provningsbehovet relativt mycket, såväl gällande fallet att miljöbetong introduceras som i fallet cementkris (jämför rad 1 med 2 (minskning) och 3 och 4 (ökning)). Överstiger alltså andelen för/fortlöpande provning 50 % av dagens provkapacitet så kommer provningsbehovet att öka ytterligare, allt annat lika.

Analysen visar att de olika antaganden som görs har stor inverkan på resultatet i analysen. Det är därför viktigt att göra så realistiska och välgrundade antaganden som möjligt. Genom den informationsinhämtning som gjorts genom samtal och intervjuer i denna utredning har värdefull information samlats in. Med denna "förstahandsinformation" som grund har antaganden gjorts till den genomförda analysen. Med detta som bakgrund är det rimligt att anta att analysen har välgrundade antaganden som ger realistiska resultat. Med hjälp av känslighetsanalysen i tabell 12 går det att uppskatta hur provningsbehovet påverkas om det framkommer ny information som ger anledning till att ändra antagandena i analysen.

**Tabell 12. Känslighetsanalys för inverkan av variationer i antaganden gjorda i analysen av hur introduktion av miljöbetong och eventuell cementkris påverkar behovet av provningskapacitet gällande salt-frostprovning.**

Känslighetsanalys, inverkan av valda indata på beräkningsresultat									
Indata				Resultat angett som provningsökning (%)					
	Andel förpr./ fortlöp av total provning	Andel drabbade av cementkris	Antal OB per fabrik	Introduktion av miljöbetong		Cementkris			
				År 1, 1 MB	År 3, 3 MB	Per år, OB	Per år, OB + 1 MB	Maxvärde, per månad OB	Maxvärde per månad, OB + 1 MB
				Diagr. 3 stapel 2 grön	Diagr. 3 stapel 4 grön	Diagr. 3 stapel 1	Diagr.3 stapel 3 röd och orange	Diagr. 6 svart hel	Diagr. 6 svart streckad
<b>1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,75</b>	<b>6</b>	<b>49</b>	<b>99</b>	<b>56</b>	<b>68</b>	<b>225</b>	<b>300</b>
2	0,4	0,75	6	39	79	45	55	180	240
3	0,6	0,75	6	59	119	68	82	270	360
4	0,7	0,75	6	68	138	79	98	315	400
5	0,5	0,80	6	--	--	60	73	240	320
6	0,5	0,85	6	--	--	64	77	255	342
7	0,5	0,90	6	--	--	68	82	270	360
8	0,5	0,75	4	73	148	56	74	225	338

## 7 SAMORDNINGSSTRUKTUR OCH PRELIMINÄR ORGANISATION FÖR PROVNING AV CEMENT OCH BETONG I SVERIGE

---

Provning av salt-frostbeständighet är identifierad som en kritisk provning i det fall en cementkris uppstår. All betong som används för konstruktioner i exponeringsklass XF4 (flertalet anläggningskonstruktioner) behöver vara salt-frostbeständiga och provas för att påvisa detta. Denna provning tar relativt lång tid, kräver klimatkammare med speciell miljö och frostprovningsskåp som uppfyller höga krav på att reproducera en given frys/tö-kurva. Provingen kan utföras på nio olika laboratorier i Sverige idag som tillsammans har en stor provningskapacitet. Beläggningen rapporteras dock som hög redan idag och en stor ökning av provning bedöms som sannolik beroende på nya möjligheter att använda miljöbetong i anläggningskonstruktioner enligt SS 137003. Utöver detta kommer en eventuell ökning beroende på introduktion av nya cement. Sammantaget gör detta att provnings-behovet rimligen kommer att öka avsevärt. För att klara en stor provningsökning föreslås en samordning eller "marknadsplats" så att befintliga provningsresurser kan nyttjas på mest effektiva sätt.

Frostprovningen idag är dimensionerad för ett normalt provningsbehov. Beläggningsgraden hos de befintliga ackrediterade laboratorierna för frostprovning ligger på ca 90 - 100 % i dagsläget. Det finns ett antal betonglaboratorier i Norden som är ackrediterade för provning av salt-frostbeständighet men även i dessa laboratorier är beläggningsgraden hög. Även om det finns en teoretisk möjlighet till en liten optimering av utnyttjandegraden av utrustningen så innebär sådana optimeringsåtgärder att risken ökar för att standardens krav inte uppfylls. För att kunna uppfylla kraven på frys/tö-kurvan krävs god luftcirkulation i frostprovningsskåpen. Placeras allt för många provkroppar i skåpen finns risk för försämrade luftcirkulation och därmed att frys/tö-kurvan inte följs vilket kan påverka resultatet från provningen.

Det finns ingen samordning mellan laboratorierna som utför provning av saltfrostbeständighet i Sverige idag. Marknaden för provningen är självreglerande vilket innebär att många kunder är återkommande och sänder in provkroppar till provningslaboratorierna ofta utan inledande kontakt för att bekräfta tillgängligheten av lediga provplatser. I normalfallet fungerar detta tillfredsställande. I ett läge med kraftigt ökat provningsbehov finns stor risk att provkroppar anländer till ett laboratorium som är fullutnyttjat och därmed inte har möjlighet att prova i enlighet med standard. Ett ökat provningsbehov av cement och betong betyder vissa logistiska och planeringsmässiga utmaningar som måste lösas på en nationell nivå. I dagsläge finns ingen samordning av provning mellan olika ackrediterade laboratorier. Det är kunderna själva som behöver skaffa den informationen för att kunna lämna sina prover till det ackrediterade laboratoriet som har kapacitet att utföra provningen vid en vis tidpunkt. För att underlätta informationsspridningen om ledig provningskapacitet behövs det ett frivilligt samarbete mellan alla ackrediterade laboratorier för att gemensamt skapa en nationell marknadsplats för provning av t.ex. salt-frostbeständighet. Gärna där det går att boka provningsplatser direkt i en applikation. Någon behöver ta en samordnande och förvaltande roll för en sådan satsning under den tid som omställningen till nytt/nya cement pågår.

Endast ett universitet i Sverige och två forskningsinstitut i Norden utför bestämning av materialparametrar för temperatursprickberäkningar. Detta görs utan ackreditering för de aktuella provmetoderna och i dagsläge saknas parametrar för att kunna utföra relevanta beräkningar för alternativa bindemedel. Väntetid för experimentell bestämning av värmesprickor är idag på över ett år utan någon cementkris.

För att möta det ökade behovet av provningsresurser för bestämning av materialparametrar för temperaturspricksberäkningar krävs ett övergripande översyn av området där kravställare, byggtreprenörer, konstruktörer, betongtillverkare, forskare och provningsexperter gemensamt tar fram en utvecklingsplan. Ett mål bör vara att ta fram provningsmetoder som kan ackrediteras och utföras av flera laboratorier. Inom detta område är samverkan mellan olika aktörer i branschen avgörande för att kunna hantera behoven som uppstår vid en eventuell cementkris.

## 8 SLUTSATSER

---

Rapporten presenterar resultat från projektet 'Kartläggning av befintlig provningsverksamhet för cement och betong i Sverige och bedömning av provningsbehov vid introduktion av nya cement'. Mot bakgrund av en minskad eller stoppad produktion av cement vid Cementas fabrik i Slite gav Regeringen Verket för innovationssystem (VINNOVA) den 3 november 2021 i uppdrag att kartlägga befintlig provningsverksamhet för cement och betong (N2021/02773) som finns tillgänglig för svenska aktörer och att föreslå åtgärder som kan skapa förutsättningar för en samordning vid en kraftigt ökad efterfrågan på denna verksamhet. Denna rapport behandlar hur provningsbehovet kan komma att utvecklas vid stopp i den svenska cementproduktionen i Slite vilket resulterar i ett behov av introduktion av stora volymer av ett eller flera nya cement under kort tid. Denna händelse benämns i rapporten förenklat som cementkris. Rapporten pekar på några förutsättningar som bör gälla för att ett cementbyte skall kunna genomföras rimligt kontrollerat. Men i rapporten görs det inte någon bedömning av hur byggbranschen eller samhället i stort skulle påverkas av en cementkris. Det görs inte heller någon analys av vem som tillser att produktionsbortfallet från Slite ersätts med annat cement eller varifrån detta cement kan komma. För en bedömning av provningsbehovet på betong har detta inte någon avgörande betydelse. Ett nytt cement från t.ex. Kina kräver för den enskilde betongtillverkaren lika mycket provning som ett nytt cement från närområdet i Europa eller för den delen Sverige. Förutsatt att cementet i sig är CE-märkt och uppfyller svenska krav.

Nedan redovisas de slutaster som dras utifrån de intervjuer och undersökande arbete som utförts i detta uppdrag:

- Betong produceras över hela Sverige i 341 betongfabriker av olika storlekar och mängden cement som används uppgår till ca 2.8 miljoner ton per år där cementproduktionen i Slitefabriken står för ca 75 % av den totala cementförbrukningen i Sverige.

- Betongproduktionen kan förenklat delas in i betong till husbyggande respektive anläggningsbyggande. För betong till anläggningsbyggande ställs höga krav på bland annat beständighet i olika miljöer vilket innebär ett stort behov av provning på externa ackrediterade laboratorier jämfört med betong till husbyggande.
- Kartläggningen indikerar att det finns stora osäkerheter i vad en cementkris skulle innebära. Framför allt gällande med vilken framförhållning ett eller flera nya cement kommer att introduceras på svenska marknaden. Med framförhållning menas här under hur lång tid nya och gamla cement kommer att finnas tillgängliga parallellt. Denna tid är helt avgörande för dimensioneringen av provningskapaciteten. Ju längre framförhållning desto bättre.
- Det finns ett generellt, underliggande, ökat behov av provningsresurser som en följd av implementering av den nya utgåvan av den svenska anpassningsstandarden (SS 137003) till den europeiska betongstandarden (SS-EN 206). Denna ökning är fristående från en cementkris. Men hur provningsbehovet kan tänkas utvecklas vid en cementkris påverkas av den underliggande utvecklingen. Ju längre implementeringen hunnit innan en cementkris inträffar desto mer omfattande blir behovet av provning vid introduktion av nya cement.
- Behovet av ackrediterad provning av betong till anläggningsprojekt kommer att öka markant inom vissa kritiska provningsområden som ett resultat av en situation där cement från Cementas produktion i Slite helt eller till stora delar skall ersättas med andra cement. Provningskapacitet för att möta denna efterfrågan finns inte i Sverige eller i Norden idag.
- Provning av betongs salt-frostbeständighet och bestämning av materialparametrar för att kunna beräkna risken för temperatursprickor har identifierats som de mest kritiska provningarna för snabb implementering av nya cement och betong på marknaden.
- Inom husbyggnadsområdet finns det applikationer som också kräver ackrediterad frostprovning men den totala omfattningen av detta bedöms som begränsad. För husbyggande i stort kommer byte av cement inte att leda till någon stor ökning av betongprovning på ackrediterade laboratorier. Däremot innebär varje byte av cement ett stort internt provnings- och intrimningsarbete för respektive betongtillverkare och cementens uttorkningsegenskaper kan behöva dokumenteras.
- Introduktion av nya cement, med förutsättning att nu befintliga cement finns kvar under en övergångstid, leder till en ökning av provningsbehovet för betong till anläggningsbyggandet (salt-frostbeständighet) med drygt 50 % under det första året. Vid samtidig introduktion av en miljöbetong ökar provningsbehovet med drygt 100 % för betong till anläggningsprojekt.

- Om de nu befintliga cementen inte finns kvar under en övergångstid vid byte av cement, krävs ca 3 gånger så stor provningskapacitet (salt-frostbeständighet) under en avgränsad tid för att begränsa störningar i betongleveranser till byggprojekt, framförallt inom anläggningsbyggandet.
- Vid ett scenario där de nu befintliga cementen inte finns tillgängliga vid introduktion av nya cement kommer det att uppstå ett stopp i leveranser av betong till anläggningsprojekt. Det tar minst 3 månader (plus tid för intrimning hos betongtillverkare) innan den första godkända betongen med nytt cement kan levereras. Detta förutsätter att cementet är CE-märkt och uppfyller svenska krav. Stora störningar i betongleveranser till anläggningsprojekt kan uppstå under minst ett år eller längre. Om fler påföljande cementbyten görs uppstår ytterligare fördröjningar.
- Beläggingsgraden för de laboratorier som utför salt-frostprovning är mycket hög redan idag såväl i Sverige som i laboratorierna hos våra nordiska grannländer - i Sverige finns 106 frostprovningsskåp.
- Det finns möjligheter att öka frostprovningskapaciteten med ca 20 % hos de ackrediterade laboratorierna genom att införskaffa fler frostprovningsskåp. För att öka provningskapaciteten ytterligare krävs en noggrann planering av hur en sådan utökning skall genomföras (lokaler, utrustning, kompetens, vem skall vara huvudman) och vem som skall bekosta en sådan investering. När väl planeringen är genomförd och beslut om investering finns på plats krävs minst ett år för att uppnå den fulla provningskapaciteten.
- Under förutsättning att nu använda och nya cement finns tillgängliga parallellt samt att nödvändig anpassning av provningskapaciteten inom kritiska provningsområden möjliggörs under minst ett års tid krävs ytterligare minst ett och ett halvt år för att genomföra de nödvändiga provningarna vid byte av cement för alla förprovade betongsammansättningar till anläggningsbyggandet (till exempel behöver provningskapaciteten för provning av salt-frostbeständighet fördubblas). Detta förutsätter dock en god samordning mellan provningsbehov och provningskapacitet.
- Under förutsättning att de cement som introduceras på den svenska marknaden är CE-märkta och uppfyller samtliga svenska tilläggskrav kommer inte behovet av cementprovning att öka mer än för den anpassning som behöver göras vid tillämpning av EPCC-konceptet och för utökad k-faktor för slagg och flygaska. I det fall nya cement som introduceras på svenska marknaden inte är CE-märkta och inte uppfyller svenska tilläggskrav kan behovet av cement/bindemedelprovning bli omfattande. I detta fall behöver provningsresurserna som finns i Sverige samordnas (Cementa Research, RISE och C-lab).



- Det finns sju ackrediterade laboratorier på tio platser för provning av cement och betong i Sverige. Två av dessa drivs av statsägda bolag (RISE och Vattenfall) och fem av industridrivna cement/betongproducenter (Betongindustri, Cementa, C-lab, Peab, Sydsten). Provningskapaciteten är dimensionerad efter marknadens normala efterfrågan och det finns inte någon samordning av provningsresurser på nationell nivå.
- Alla ackrediterade betonglaboratorier kan prova tryckhållfasthet och saltfrostbeständighet. RISE och Vattenfall har en bredare ackreditering för flera andra identifierade provningsmetoder.
- Endast ett universitet i Sverige och två institut i Norden utför bestämning av materialparametrar för temperatursprickberäkningar. Detta görs utan ackreditering för de aktuella provmetoderna.
- Det finns ett antal andra provningsmetoder som kan hindra en snabb implementering av nya cement. Detta är främst metoder kopplade till krav i enskilda projekt, oftast anläggningsprojekt, t.ex. brandspjälkning, beständighetsprovningar så som kloridmigration och karbonatisering, diverse sprutbetongprovningar etc. Vissa metoder utförs enbart av ett eller ett fåtal ackrediterade laboratorier vilket kan medföra långa väntetider.
- Efterfrågan på byggprodukter med lägre koldioxidavtryck ökar och kommer att leda till en implementering av miljöbetong (mer än 20 % av kalkstensklinkern i cementet är ersatt med alternativa bindemedel så som masugnsslagg eller flygaska). Provningsmetoder för miljöbetong till anläggningsprojekt är mer omfattande jämfört med mer välbeprövad konventionell betong. Beroende på takten med vilken miljöbetong implementeras och när en eventuell cementkris inträffar kan provningsbehovet bli mycket stort, under perioder mer än 3 gånger så stort som idag.
- Gällande det ökade behovet av provningsresurser för bestämning av materialparametrar för temperaturspricksberäkningar krävs ett övergripande översyn av området där kravställare, byggentreprenörer, konstruktörer, betongtillverkare, forskare och provningsexperten gemensamt tar fram en utvecklingsplan. Ett mål bör vara att ta fram provningsmetoder som kan ackrediteras och utföras av flera laboratorier. Inom detta område är samverkan mellan olika aktörer i branschen avgörande för att kunna hantera de behov som uppstår vid en eventuell cementkris.
- Den svenska betongbranschen utgörs av ett drygt tiotal stora företag med ett flertal produktionsanläggningar samt ett stort antal mindre företag med en eller ett fåtal produktionsanläggningar. De stora företagen har generellt egen expertis, hög kompetens och i vissa fall tillgång till ackrediterade laboratorier inom respektive företag. De mindre företagen saknar i många fall dessa resurser och är i högre grad än de stora företagen beroende av hjälp från cementleverantörer och andra delmaterialleverantörer, t.ex. tillsatsmedelstillverkare, med provningar och

intrimningsarbete vid t.ex. cementbyte. Det är viktigt att se till att de mindre betongföretagen får den hjälp de behöver med provning och intrimning av sin produktion i händelse av en cementkris. Om inte cementleverantören och/eller tillsatsmedelstillverkaren kan tillgodose behovet av hjälp bör åtgärder vidtas för att på annat sätt bistå de mindre betongtillverkarna.

- En kontinuerlig tillgång på samma cement över tid är avgörande, speciellt inom anläggningsbyggandet. Samma cement måste finnas tillgängliga i önskad mängd, vid önskad tid och under lång tid (flera år). Vid varje ny introduktion av cement börjar processen om och provningar måste göras på nytt.
- Det kan bli nödvändigt att samordna existerande provningsresurser på nationell nivå och att utöka kapaciteten för att säkerställa att nödvändig provning kan genomföras snabbt, effektivt och ändamålsenligt. En 'marknadsplats' för informationsutbyte och bokning av lediga provningsplatser på ackrediterade laboratorier skulle underlätta samordningen.
- För att kunna utföra tillförlitliga scenarioanalyser behövs det mer systematik inom insamling av data i form av årlig statistik över materialflöden (cement, betong, andra delmaterial). Detta behöver prioriteras inför ev. förändringar av marknadsläge vid introduktion av nya byggmaterial.
- Provningsverksamheten i Sverige styrs av marknadsbehov utan nationell samordning. Det behövs en inventering av forsknings- och provningsresurser för att säkra det långsiktiga behovet av betongmaterial med lågt koldioxidavtryck, och för att underlätta återvinning och återanvändning.

## 9 KÄLLFÖRTECKNING FÖR STANDARDMETODER OCH KRAVDOKUMENT

---

AMA Anläggning, Svensk Byggtjänst

SS-EN 196-1:2016 Cement - Provning - Del 1: Bestämning av hållfasthet

SS-EN 196-2:2013 Cement - Provning - Del 2: Kemisk analys

SS-EN 196-3:2016 Cement - Provning - Del 3: Bestämning av bindetid och volymbeständighet

SS-EN 196-11:2019 Cementprovning - Del 11: Värmeutveckling - Isoterm kalorimetrisk metod

SS-EN 197-1:2011, Cement- Del. 1: Sammansättning och fordringar för ordinära cement

SS-EN 206:2013 + A2:2021, Betong –Del.1 Fordringar, egenskaper, tillverkning och överensstämmelse

SS-EN 1338 Betongmarksten - Krav och provningsmetoder

SS-EN 1339 Betongmarkplattor - Krav och provningsmetoder

SS-EN 1340 Kantstöd av betong - Krav och provningsmetoder

SS-EN 1504-4: 2004 Betongkonstruktioner - Produkter och system för skydd och reparation - Del 4: Produkter för vidhäftning mot betong

SS-EN 1992-1-1:2005, Eurokod 2: Dimensionering av betongkonstruktioner - Del 1-1: Allmänna regler och regler för byggnader

SS-EN 12390-2:2019 Provning av hårdnad betong - Del 2: Tillverkning och härdning av provkroppar för hållfasthetsbestämning

SS-EN 12390-3:2019, Provning av hårdnad betong – Del 3. Tryckhållfasthet hos provkroppar

SS-EN 12390-7:2019 Provning av hårdnad betong - Del 7: Densitet

SS-EN 12390-8:2019 Provning av hårdnad betong - Del 8: Vatteninträngning under tryck

SS-EN 12390-10:2019 Provning av betong - Del 10: Bestämning av betongs karbonatiseringsmotstånd vid atmosfärisk nivå på koldioxidhalten

SS-EN 12390-11:2015 Provning av hårdnad betong - Del 11: Bestämning av kloridmotstånd, diffusion i en riktning

SS-EN 12390-12:2020 Provning av hårdnad betong - Del 12: Bestämning av motståndsförmåga mot karbonatisering: accelererad metod

SS-EN 12390-18:2021 Provning av hårdnad betong - Del 18: Bestämning av kloridmigrationskoefficienten

SS-EN 12504-1:2019 Provning av betong i färdiga konstruktioner - Del 1: Borrkärnor - Uttag, undersökning och tryckprovning

SS-EN 13369:2018, Gemensamma regler för förtillverkade betongprodukter

SS-EN 13670:2009 Betongkonstruktioner -Utförande

SS-EN 14487-1:2005 Sprutbetong - Del 1: Definitioner, specifikationer och kriterier för överensstämmelse

SS-EN 14488-4:2005 + A1:2008 Provning av sprutbetong - Del 4: Vidhäftningshållfasthet genom dragprovning av borrkärnor

SS 134202:2021 Cement - Ordinär cement med moderat värmeutveckling (MH-cement) - Krav

SS 134203:2014 Cement - Sammansättning och fordringar för ordinära cement med låg alkalihalt (LA)

SS 134204:2014 Cement - Sammansättning, och fordringar för nationella sulfatresistenta ordinära cement (NSR)

SS 137003:2021 Betong - Användning av SS-EN 206:2013 + A2:2021 i Sverige

SS 137244:2019 Betongprovning - Hårdnad betong - Avflagning vid frysning

TDOK 2016.0231 Trafikverkets Krav Tunnelbyggande

TSFS 2018:67 Transportstyrelsens Föreskrifter och allmänna råd om tillämpning av eurokoder

SIS-CEN/TS 12390-9:2016 Provning av hårdnad betong - Del 9: Avflagning vid frysning

RILEM AAR Detection of Alkali-Reactivity Potential in Concrete

NT-Build 492 Non-Steady State Chloride Migration (Diffusion Coefficient)